



**Facultad de Ingeniería**

**Carrera de Ingeniería Industrial**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO  
ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estudio del trabajo en el área de envasado de espárragos de una empresa  
agrícola**

**Autor**

Julca Gutiérrez, Sergio David (1621385)

**Docente**

Jaico Carranza, Jenny Elizabeth

Lima, Perú

Diciembre - 2020

### **Dedicatoria**

El presente estudio lo dedico a Dios por guiarme.

A mi familia por el apoyo incondicional.

A mi docente por compartir sus conocimientos.

## Índice General

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Problema de Investigación .....	3
Objetivo.....	4
Justificación .....	5
Revisión de la Literatura Actual .....	6
Antecedentes Internacionales .....	6
Antecedentes Nacionales .....	8
Marco Teórico.....	11
Origen del Espárrago.....	11
Definición del Espárrago.....	11
Tipos de Espárrago.....	11
Definición de Productividad .....	11
Importancia de la Productividad .....	12
Tipos de Productividad .....	12
Definición de Estudio del Trabajo.....	13
Objetivos del Estudio del Trabajo.....	13
Beneficios del Estudio del Trabajo .....	13
Diagramas para el Estudio del Trabajo .....	14
Técnicas del Estudio del Trabajo .....	14
Distribución de Planta.....	15
Metodología de la Investigación.....	16
Metodología de Investigación .....	16
Diagnóstico Situacional .....	16
Estado de Situación de la Empresa.....	17
Descripción del Producto .....	19
Materia Prima e Insumos .....	20

Envasado de Espárrago Verde.....	21
Diagrama de Operaciones del Proceso DOP .....	24
Diagrama de Análisis de Procesos DAP .....	26
Diagrama de Recorrido .....	28
Indicadores.....	29
Análisis de los Resultados del Diagnóstico.....	34
Diagrama de Ishikawa.....	34
Descripción de Pérdidas Monetarias .....	36
Matriz de Prioridades .....	48
Diagrama de Pareto .....	48
Diagrama Causa Raíz.....	49
Diseño de la Propuesta de Mejora .....	50
Modelo de Implementación de Balance de Línea .....	50
Modelo de Implementación de Mejora de Métodos de Trabajo.....	64
Modelo de Implementación de Distribución de Planta .....	73
Resultados y Discusión .....	77
Nuevos Indicadores .....	77
Análisis.....	83
Discusión.....	84
Conclusiones y Recomendaciones .....	86
Conclusiones.....	86
Recomendaciones .....	87
Bibliografía .....	88
Anexos .....	91

## Índice de gráficos

Figura 1. Organigrama de la empresa .....	18
Figura 2. Diagrama de operaciones del proceso de envasado de espárrago .....	24
Figura 3. Diagrama de Análisis de Operaciones (DAP) .....	26
Figura 4. Diagrama de recorrido del proceso de envasado de espárrago verde .....	28
Figura 5. Diagrama de Ishikawa, causantes de baja productividad.....	35
Figura 6. Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago. ....	38
Figura 7. Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago. ....	39
Figura 8. Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago. ....	40
Figura 9. Diagrama bimanual del proceso de pesado de envase faltante de espárrago.....	41
Figura 10. Diagrama bimanual del proceso de pesado de envase sobrante de espárrago.....	42
Figura 11. Diagrama bimanual del proceso de Secado y limpieza de envases. ....	43
Figura 12. Diagrama de Pareto, de las causas raíces .....	49
Figura 13. Diagrama bimanual proceso de selección de espárrago mejorado .....	65
Figura 14. Diagrama bimanual proceso de Corte de espárrago mejorado .....	66
Figura 15. Diagrama bimanual proceso de Envasado de espárrago.....	67
Figura 16. Diagrama bimanual proceso de pesado con faltante de espárrago mejorado.....	68
Figura 17. Diagrama bimanual proceso de pesado con sobrante de espárrago mejorado .....	69
Figura 18. Diagrama bimanual proceso de secado y limpieza mejorado .....	70
Figura 19. Diagrama relacional de áreas de trabajo .....	74
Figura 20. Diagrama de bloques.....	75
Figura 21. Plano con nueva distribución de planta.....	76

## Índice de tablas

Tabla 1. Indicadores de producción y productividad .....	34
Tabla 2. Tiempo perdido por actividades manuales innecesarias .....	44
Tabla 3. Resumen de pérdidas monterías generadas por cada causa raíz .....	47
Tabla 4. Matriz de priorización de causas de acuerdo a las pérdidas .....	48
Tabla 5. Diagrama causa raíz .....	49
Tabla 6. Aprovechamiento de materia prima .....	51
Tabla 7. Tiempos preliminares de actividades manuales.....	52
Tabla 8. Numero de observaciones reales .....	53
Tabla 9. Nuevos tiempos observados por cada proceso .....	53
Tabla 10. Factor de valoración clasificado.....	54
Tabla 11. % tolerancia clasificado.....	54
Tabla 12. Factor de valoración Cortado.....	55
Tabla 13. % tolerancia cortado .....	55
Tabla 14. Factor de valoración envasado.....	56
Tabla 15. % tolerancia envasado.....	57
Tabla 16. Factor de valoración pesado.....	57
Tabla 17. % tolerancia pesado.....	58
Tabla 18. Factor de valoración secado y limpieza.....	59
Tabla 19. % tolerancia secado y limpieza.....	59
Tabla 20. Resumen tiempo estándar de cada proceso manual.....	60
Tabla 21. Valoración del ritmo de trabajo por cada proceso manual.....	61
Tabla 22. Entrada y salida útil de materia prima .....	61
Tabla 23. Ingreso de materia prima por hora .....	62
Tabla 24. Cantidad de operario luego del balance de línea .....	63
Tabla 25. Beneficios por implementar balance de líneas.....	64
Tabla 26. Comparativo del número de actividades actual y mejorado .....	71

Tabla 27. Tiempo perdido por mes en actividades manuales innecesarias .....	71
Tabla 28. Inversión en implementación de mejora de métodos de trabajo .....	72
Tabla 29. Áreas del proceso productivo .....	73
Tabla 30. Valoración cualitativa para diagrama relacional .....	73
Tabla 31. Nuevos indicadores de producción y productividad .....	81
Tabla 32. Detalle de ingresos y egresos .....	82
Tabla 33. Comparativo de indicadores actuales y nuevos .....	83

## **Resumen**

La presente investigación sostiene como objetivo presentar una propuesta de mejora a una empresa dedicada al envasado del espárrago fresco verde, puesto que la empresa no está produciendo la cantidad que espera en relación con el personal y materia prima con la que cuenta.

En el primer capítulo se detallan los antecedentes de trabajos de investigación similares realizados anteriormente, en donde se corrobora resultados favorables aplicando herramientas de mejora de productividad.

En el segundo capítulo se detalla la metodología a emplear para el presente estudio, se realiza el diagnóstico para determinar el estado en que se encuentra la empresa. Por lo que se obtiene una productividad de MO de 135.156 latas/operario y la capacidad ocupada solo cubre el 29.80% con una producción diaria de 4559 latas, dejando de producir 10741 latas/día.

En ese sentido, se procede a desarrollar las propuestas de mejora centradas en aumentar la productividad de la empresa, donde se consigue un ligero incremento la productividad de MO hasta 157.077 latas/operario y se aumenta la producción a 4712 latas diarias.

Por otro lado, en el tercer capítulo del estudio, se realiza un análisis del beneficio esperado y la inversión necesaria para aplicar las herramientas de mejora. Donde se obtienen beneficios mensuales de S/.37,366.82; y con respecto a la inversión en herramientas, se requiere un monto de S/.14,250.00, el cual es recuperado en corto plazo.

Finalmente, en los capítulos cuatro y cinco, se hace un análisis de los indicadores actuales y mejorados. Luego, se realiza una discusión en comparación con autores presentados en la literatura. Por último, se presenta las conclusiones y recomendaciones para la empresa.

**Palabras clave:** Productividad, Espárrago, Estudio del trabajo y Estudio de métodos.



## **Abstract**

The present work aims to present an improvement proposal to a company dedicated to the packaging of fresh green asparagus, since the company is not producing the amount it expects in relation to the personnel and raw material it has.

In the first chapter, the antecedents of similar research work carried out previously are detailed, where favorable results could be corroborated by applying productivity improvement tools.

In the second chapter the methodology to be used for the present study is detailed, then the diagnosis is carried out to determine the state in which the company is with respect to its productivity, finding a productivity of M.O of 138,156 cans /operator and the capacity occupied only covers 29.80% with a daily production of 4,559 cans, ceasing to produce 10,741 cans/day.

In this sense, we proceed to develop proposals for improvement focused on increasing the productivity of the company, where a slight increase in productivity of M.O is achieved 157,077 cans / operator and production is increased to 4,712 cans per day.

On the other hand, in the third chapter of the study, an analysis of the expected benefit and the investment necessary to apply the improvement tools is carried out. Where you get monthly benefits of S/.37,366.82; and with regard to investment in tools, an amount of S/.14,250.00 is required, which is recovered in the short term.

Finally, in chapters four and five, an analysis of the current and improved indicators is made. Then a discussion is conducted in comparison with authors presented in the literature. Finally, the conclusions and recommendations for the company are presented.

**Keywords:** Asparagus, Productivity, Study Time and Work-Study

## **Problema de Investigación**

Hoy en día, los espárragos se han convertido en uno de los productos no tradicionales con gran trayectoria significativa internacional obteniendo una alta demanda. A causa del aumento de su consumo a nivel mundial, la demanda se ha incrementado con una alta aceptación de los productos de espárragos peruanos dentro de los mercados externos, por lo que sirve de motivo que cada vez existan más organizaciones que se dedican a la exportación, y también mayor competitividad entre ellos. Las mismas, buscan minimizar los costos y aumentar su productividad, para así convertirse en las principales empresas exportadoras estables en el mercado (Pegiou et al. 2020).

En la actualidad, la exportación y la comercialización de espárragos representa un crecimiento socioeconómico muy importante dentro del país, debido a que los mismos proporcionan actividades laborales y por ende, incrementa la economía en el país. Por la ventaja geográfica del país y el clima, la producción de los espárragos se ha extendido; por ello, el objetivo principal de las empresas agrícolas es mejorar la productividad. Además, Perú se encuentra en los primeros países proveedores de espárragos liderando desde el 2015 (Ramos et al. 2020).

El primer trimestre del año 2019 en nuestro país, se obtuvo una producción de 96,1 miles de toneladas de espárrago; que representa un incremento de un 10,2% con relación al año 2018, puesto que se obtuvo una producción de 87,2 miles de toneladas. Dentro de los departamentos del Perú que han aumentado su producción se encuentran Ica, con un 12,2%; Lima con un 69,3% y La Libertad con un 3,8%. Adicional, se realizó una exportación de 17,1 miles de toneladas únicamente de espárragos frescos, cifra menor de 2,3%; con relación al espárrago en conserva, el cual se exportó 8,0 miles de toneladas, aumentando el 2,0%; de esta forma, exportó 2,1 miles de toneladas de espárrago congelados en cajas, reduciendo el 16,3%, todo a diferencia del primer trimestre del año 2018 (Sanchez, Medieta y Galiano, 2019).

Sin embargo, las empresas agrícolas exportadoras peruanas necesitan mejorar su metodología de producción y envasados; puesto que el mercado exterior cada vez es más exigente. Ahora bien, por este motivo las organizaciones mantienen estándares dentro de todas las actividades y proceso o subproceso para su medición y creación de planes de mejora que conlleven a la optimización de su productividad. El mismo se realiza por medio del establecimiento de herramientas efectivas en todos los niveles. Por ello, se deben establecer líneas de producción óptimas en las áreas de

producción para poder cumplir y satisfacer las demandas exigidas en el extranjero (Banco Mundial, 2017).

En cuanto a la empresa agrícola en la presente investigación, se sabe que es una organización ubicada en La Libertad que cuenta con alianzas de cultivos de hortalizas para envasarlos y exportarlos. Actualmente, debido a la coyuntura actual del país, la empresa decidió reducir personal puesto que las exportaciones disminuyeron considerablemente. Por lo tanto, los pocos operarios no pueden cubrir los pedidos; lo que conlleva a extender las jornadas laborales y remunerar las horas extras. A pesar de ello, la empresa aún obtiene altas ganancias por las ventas y sigue siendo rentable el modelo de negocio; sin embargo, el propósito de la presente investigación rige únicamente en presentar una propuesta de mejora para resolver los problemas mencionados. El área específica es el envasado de espárragos verdes en latas, que actualmente está manifestando una producción por debajo del esperado. Los procesos demandan muchas actividades manuales y al ser consecutivas podría retrasar la meta de producción diaria. Por ello, es necesario evaluar soluciones con herramientas efectivas que logren incrementar la productividad. Asimismo, el problema que se pretende resolver es que los operarios puedan mejorar su rendimiento, ubicar de forma razonable la secuencia de las áreas de producción de envasado y que finalmente puedan producir una mayor cantidad que actualmente realizan.

En este sentido, el estudio del trabajo se establece como una forma sistemática que se dedica a dominar las operaciones, ya sea directa o indirectamente. El fin es plantear mejoras para facilitar el trabajo durante su ejecución, en un periodo de menor tiempo y con menor inversión (Moktadir et al. 2017).

## **Objetivo**

### **Objetivo general**

Proponer una mejora para incrementar la productividad en el área de envasado de espárragos de una empresa agroindustrial a través de las técnicas de estudio del trabajo.

## **Justificación**

Banco Mundial (2017) afirma que nuestro país es uno de los mejores referentes mundiales en cuanto a los productos agrícolas; por lo tanto, las empresas exportadoras necesitan metodologías de producción y envasados eficientes, puesto que el mercado extranjero cada vez es más exigente. Por ello, al presentarse oportunidades de crecimiento como organización, es siempre importante la búsqueda de la mejora de los procesos de producción.

Debido a que un área de envasados de espárragos presenta numerosas actividades manuales, es fundamental aplicar métodos de trabajo eficientes que puedan incrementar la productividad. El estudio del trabajo es una de las herramientas de mejora de la productividad altamente eficaces en las empresas. De igual manera, otorga resultados medibles y cuantitativos, lo que indica que al establecer y aplicar la mejora en los procesos permiten aspectos positivos en los resultados en la organización. Es por ello, que una propuesta de incremento de productividad para una envasadora de espárragos a través del estudio del trabajo podrá ser de utilidad para el proceso de envasados y equilibrio correcto de las estaciones laborales.

La empresa en el presente estudio posee operarios que su rendimiento en el horario normal de una jornada laboral no cubre la producción diaria esperada. Ante ello, es necesario remunerar horas extras para que los pedidos semanales o quincenales puedan ser enviados y el cliente final pueda obtener el producto a tiempo. La inexperiencia de los trabajadores, la inviable ubicación de las áreas productivas y la falta de interés de los gerentes por buscar soluciones, forman un problema en conjunto con responsabilidad de las autoridades y los subordinados. Por ello, la importancia práctica de la presente investigación radica para el beneficio de la empresa agrícola, puesto que se pretende alcanzar una mejora trascendental en el área de envasado de espárragos, lo cual generará un incremento en la productividad. Por lo tanto, la organización sería más competitiva frente a otras exportadoras; asimismo, se abriría la posibilidad de captar más clientes por la eficiencia y cumplimiento de las entregas de pedidos.

Por otra parte, la justificación teórica es considerada por la valiosa fundamentación bibliográfica de fuentes confiables, como la referencia de artículos científicos indexados en idioma español e inglés que respaldan esta investigación.

Por último, la relevancia metodológica radica en el uso de técnicas y herramientas de ingeniería para la recolección y análisis de datos que se desarrollará en el objetivo de la investigación.

## **Revisión de la Literatura Actual**

### **Antecedentes Internacionales**

Moktadir et al. (2017), en su investigación titulada: Productivity improvement by work study technique: a case on leather products industry of Bangladesh, realizado en Dhaka, tuvo como objetivo identificar el cuello de botella del área productivo de una fábrica procesadora de cuero, y sugerir un sistema apropiado para mejorar la productividad utilizando el estudio del trabajo. Se tomó en cuenta el estudio de método para evaluar y encontrar la operación óptima para el desarrollo de los productos. Por lo que los resultados obtenidos se reflejan en el aumento de productividad a un 12%, y el tiempo promedio de una pieza por día disminuyó de 80.04 minutos a 71.03 minutos. Se llegó a la conclusión que el análisis de los métodos de trabajo de una empresa manufacturera es beneficioso para el incremento de la productividad. Por otra parte, los autores resaltan que la importancia del estudio de métodos inicia con una buena recolección de datos para establecer nuevas técnicas de trabajo y puedan ser implementados con éxito.

Korkmaz et al. (2020), en su investigación titulada: Job analysis and time study in logistic activities: a case study in packing and loading processes, realizado en Turquía, se tuvo como objetivo realizar un diagnóstico en un almacén de cereales para optimizar los procesos mediante la aplicación del estudio de tiempos y métodos. Los factores que inciden a los altos tiempos en el almacén radican en procesos que no generan valor al producto. Utilizaron la técnica de observación directa y toma de datos mediante un cronómetro para reconocer el tiempo que demanda realizar las actividades. Por lo tanto, en el análisis del diagnóstico, se procedió a la eliminación de las operaciones de embalaje en los pallets que no contribuyen al logro del trabajo y representan pérdida de tiempos en los procesos. Los resultados obtenidos se centran en la reducción de 18 elementos de trabajo a 10 elementos dentro del alcance de la nueva propuesta, asimismo, se reduce el tiempo de enzunchado de los cereales en javas de 40.02 minutos a 21.24 minutos. Se llegó a la conclusión que, con el nuevo tiempo calculado, el aporte de las mejoras realizadas beneficia el incremento de la productividad a un 47%.

Andrade et al. (2019), en su investigación titulada: Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado, realizado en Ecuador, se tuvo como objetivo eliminar y mejorar elementos innecesarios que afectan la productividad del área manufacturera de calzado. Los autores aplicaron los siguientes pasos: realización del diagrama de operaciones,

diagrama bimanual para registrar los micro-movimientos de las operaciones de todas las áreas de producción, toma de tiempos del trabajador con el cronómetro y la determinación del tiempo estándar por operario. Se determinó que el área de costura demandaba más tiempo que otras áreas y se identificó que el método no era eficiente. Por lo que se reordenó los puestos laborales con 4 minutos más al proceso general para que los tiempos ociosos se convirtieran en trabajo. Los autores sintetizaron su investigación logrando aumentar la productividad al aplicar el estudio de tiempos y el reordenamiento de puestos de trabajo compartido durante un mes en la empresa. De esta manera, los resultados incrementados se reflejan de 91 pares diarios a 96.

Jitchaiyaphum y Prombanpong (2015), en su investigación titulada: A Productivity Improvement of a Packing Line, realizado en la Tailandia, tuvo como objetivo aumentar la productividad de manera eficiente por medio de la aplicación del balance de línea en los procesos de empaquetado de componentes electrónicos. Se logró identificar que existían estaciones de trabajo con bajo rendimiento laboral en una línea de empaque con una productividad baja de 12 cajas por hora-hombre. La línea de empaque manual consta de 19 estaciones con 23 trabajadores, 9 líneas repetitivas y discontinuas y 46,49% de eficiencia de saldo de línea. Según los límites de producción, toda eficiencia menor a 53,51%, se considera línea de montaje deficiente. Por lo tanto, se realizó tablas correspondientes a las estaciones sin balancear, y también un diagrama de precedencia para seguir el método heurístico. Asimismo, los autores reconocen que la línea de empaquetado requiere que un trabajador labore en cada estación bajo un tiempo de ciclo específico. En el análisis de los resultados, se logra reconocer que el área de empaquetado debería contar solamente con 15 estaciones. Se llegó a la conclusión que, por medio de la técnica del balance de línea, se comprueba que la eficiencia del nuevo equilibrio aumentó al 86,66%. El nuevo diseño de la línea de empaque puede producir a razón de 570 cajas por hora con 18 trabajadores y 15 puestos de trabajo con una faja transportadora de 15 metros. Como resultado, la productividad se puede obtener a 31 cajas por hora-hombre, que es alrededor del 159% más que el inicial.

Chandurkar et al. (2015), en su investigación titulada: Improve the Productivity with help of Industrial Engineering Techniques, realizado en la India, tuvo como objetivo obtener mayor productividad dentro de la fabricación de prendas de vestir a un menor costo aplicando técnicas del estudio del trabajo. Los resultados fueron el logro de la disminución del tiempo de elaboración hasta unos 22,91 segundos, debido a que se disminuyó las paradas realizadas durante los procedimientos de costura. En cuanto a los valores de los movimientos que realizaban los operadores durante los cambios

fueron aproximadamente 14, por lo cual al disminuir las paradas se redujo a un total de 9 movimientos para terminar la elaboración. Se llegó a la conclusión que la competencia global de esta industria debe ser mejor y ser más eficiente cada día, lo que hacen necesaria las teorías aplicadas siendo de alto valor para aumentar la productividad y optimización de la industria. La utilización de estos procedimientos de ingeniería industrial como el estudio del trabajo, la investigación del empleo, el estudio de la capacidad, el plan de línea y nuevos sistemas en cuanto a la gestión de operaciones, pueden otorgar a esta industria un mayor incentivo, beneficio y un mejor ambiente laboral.

### **Antecedentes Nacionales**

Sanchez, Angeles y Delgado (2020), en su investigación titulada: Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado, realizado en Chimbote, tuvo como finalidad la aplicación de la ingeniería de métodos para aumentar la productividad dentro del proceso de envasado en una empresa de conserva de pescado. Los resultados demostraron que, por medio del cursograma analítico, se encontró que el 40.20 % son actividades que no generan valor al artículo; se recolectó una productividad inicial con un promedio de 48.56 cajas/hora-hombre dentro de los meses de junio-agosto; se midió un tiempo estándar de 645.33 segundos/caja; y con la implementación de la nueva metodología aumentó a 55.73 cajas/hora-hombre. Se llegó a la conclusión que, a causa de la implementación de un nuevo método de trabajo, se obtuvo una menor distancia recorrida a la anterior obtenida y se precisó un tiempo estándar del artículo que conlleve a la obtención de mayores resultados.

Vertiz (2019), en su tesis de maestría titulada: Optimización de la producción de néctar mediante el método de balance de línea en la Empresa Enrique Cassinelli e Hijos SAC, realizado en Trujillo, tuvo como objetivo optimizar de producción de néctar a través del equilibrio de estaciones y carga de trabajo. Se identificó que el área de pulpeo de la papaya, manzana, membrillo y piña presentaba altos tiempos para la obtención del producto; asimismo, el área de producción del néctar presentaba numerosos tiempos de inactividad. A través del método del balance de línea, la productividad incrementó de 2500 botellas/día a 2727 botellas/día para el formato de 240ml, y de 2000 botellas/día a 2181 botellas/día para el formato de 300ml; para ambos casos se equilibró a 3 estaciones disminuyendo un operario en cada área. Del mismo modo, para cada área se redujo el tiempo de inactividad a un 0.0737min/botella. Se llegó a la conclusión que la propuesta alcanza el control de la

producción de las bebidas de néctar, optimiza los recursos y logra aumentar la productividad del área de pulpeo y producción de néctar. Sin embargo, solamente es aplicable a medianas empresas donde predominen las operaciones manuales.

Valdivieso, Meza y Gutiérrez (2019), en su investigación titulada: Aplicación de la mejora de métodos de trabajo para incrementar la productividad en la producción del filete de anchoas, realizado en Chimbote, se estableció como objetivo optimizar los métodos de trabajo a través del estudio de métodos para aumentar la productividad en el área de producción de los filetes de anchoa en una empresa agroindustrial. A partir del diagnóstico de la empresa, se demostró un estado crítico sobre la realización de fileteado de anchoas, por lo cual la mano de obra, así como su materia prima tuvo posteriormente resultados en la mejora de productividad y eficiencia de 3,6 kg/hh, 75 % y 50,68 %. En este estudio se implementaron procedimientos en el uso de una cinta transportadora y también el reubicamiento de las mesas, lo cual conllevó a reducir el transporte no necesario y uso del tiempo estándar en un 29,97 %. Cabe resaltar que, al emplear estos métodos de mejora, la productividad se elevó a 3,91 kg/hh la mano de obra, y a un 78,19 % la eficiencia en relación con la materia prima. Se llegó a la conclusión que la producción de los operarios en el área de corte del filete después de haber aplicado los métodos diseñados se enlazó dentro de los valores de 3,83 a 3,97 kg por cada trabajador. De esta forma, se demuestra ser especificaciones positivas que se encuentren mayor al promedio inicial. Por lo tanto, la eficiencia en relación con la materia prima se elevó a un 76,6 % y 79,3 %, quienes demostraron ser mayores al promedio obtenido durante la medición inicial. Por medio de la evaluación de los aumentos obtenidos por la utilización de los métodos, generó que la producción de los operarios del área de corte incrementara a 6,45 %, y a su vez la eficiencia de materia a 5,3 %; siendo ambos casos donde sus diferencias en la prueba estadística concibieron cambios importantes y significativos.

Ramírez y Castellares (2018), en su investigación titulada: Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera, realizado en Chimbote, tuvo como objetivo incrementar la productividad del área de corte de anchovetas a través de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos. Se realizó un diagnóstico de la empresa mediante el uso del cursograma analítico, donde se tomaron los tiempos y distancias para la realización de las operaciones, seguidamente un diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causales de una baja productividad. También se aplicó el diagrama bimanual para analizar los movimientos de las manos. Por lo que se identificó los tiempos muertos entre el corte, pesado y lavado de anchovetas y se implementó un nuevo método de trabajo que permitió



suprimir los procesos que no generan valor al producto. Se llegó a la conclusión que la reducción del tiempo de corte fue de 22.90 minutos por cada panera de 8kg, y el pesado se redujo 0.13 minutos y el lavado 0.69 minutos. Con respecto al análisis bimanual, las operaciones de la mano izquierda eliminaron 2 operaciones, y para la mano derecha, las operaciones se simplificaron a 7. Finalmente, la productividad de la mano de obra incrementó de 0.638 cajas por hora-hombre a 0.72 cajas por hora-hombre.

Martínez et al. (2016), en su investigación titulada: Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad del filete de caballa en aceite vegetal en la empresa Inversiones Quiza S.A.C, realizado en Chimbote, se estableció como objetivo incrementar la productividad del área de envasado de filetes mediante el estudio de tiempos y movimientos. Los autores aplicaron la observación directa en el área para la toma de tiempos y movimientos de los operarios, por lo que se describió el método de trabajo para las operaciones reflejadas en un cursograma analítico. En el diagrama bimanual se identificaron los movimientos de las manos del trabajador. En el análisis de la situación, se estimó que la operación con más demanda de tiempo fue el de fileteo y limpieza, por lo que se procedió a implementar otro método de trabajo con un tiempo estándar. También, el estudio de movimientos permitió reducir la carga laboral de operaciones innecesarias eliminando 2 repeticiones en la mano derecha e izquierda. Los autores concluyeron que al aplicar el estudio de tiempos y movimientos incrementó la productividad un 39.09% con el nuevo método de trabajo con un tiempo estándar de 33.52 minutos en la operación de fileteado y limpieza de envases de caballas en aceite vegetal.

## **Marco Teórico**

### **Origen del Espárrago**

El espárrago (*Asparagus officinalis* L.), según Nguyen et al. (2019), se originó en los países del este del Mediterráneo, pero también se han descubierto rastros de sus variedades en África. Por otro lado, en la antigua Grecia, el espárrago se consideraba una planta con virtudes sagradas y afrodisíacas con cualidades biológicas y farmacéuticas.

Actualmente, Pegiou et al. (2020) afirma que los espárragos verdes se encuentran principalmente en América y China; y la variedad blanca se cultiva principalmente en Europa.

### **Definición del Espárrago**

El espárrago es una especie de planta con flores perennes del género *Asparagus*; es predominantemente un cultivo alimenticio, consumido únicamente en forma de sus jóvenes brotes engrosados llamados lanzas (Alcantara, 2019).

Además, el espárrago es una hortaliza conocida por su textura y sabor, y se caracteriza por ser una rama de tallo duro con múltiples compuestos nutricionales (Chitrakar, Zhang y Adhikari, 2019).

### **Tipos de Espárrago**

Los espárragos se pueden clasificar simplemente en espárragos verdes, espárragos blancos, espárragos verdes morados, espárragos azul violeta y espárragos rosados. Los espárragos se pueden comercializar en alimentos enlatados y en cajas en presentación fresca (Guo et al., 2020).

### **Definición de Productividad**

Se define como el conjunto de eficiencia y eficacia como un sólo término en el trabajo del cumplimiento de la producción, siendo la primera el aprovechamiento máximo de los recursos en un determinado tiempo, y la segunda implica en saber manejar los recursos para poder alcanzar los objetivos planteados (Jaimes, Luzardo y Rojas, 2018). La productividad también implica el factor humano y su talento para el buen desempeño laboral, disponiendo en forma óptima y equilibrada los recursos para evitar todo tipo de desperdicio (Mahmood y Shevtshenko, 2015).

En las industrias, según Jaimes et al. (2018), la productividad se utiliza para analizar el rendimiento de las áreas, procesos, recurso humano, entre otros. Además,

revela que es la medida de cómo se manejan los recursos de las empresas para conseguir los objetivos planificados, y que las empresas pueden monitorear la productividad por razones estratégicas, según los términos de cantidad y calidad que requiera cada organización.

### **Importancia de la Productividad**

La identificación oportuna de la productividad de una organización permite reconocer posteriormente los defectos en la empresa (Gleeson et al. 2019). En ese sentido, la productividad puede incrementar si se implementan buenas prácticas de gestión y se utilizan herramientas para mejorar los métodos de trabajo de producción; de este modo, se garantiza la optimización de los recursos (Dave y Sohani, 2019).

### **Tipos de Productividad**

#### ***Productividad Total de Factores***

Según Jain, Meena y Bhaduri (2017), la productividad total de factores es un indicador que se utiliza cuando existen numerosos insumos en el área de producción. Además, añade que se puede obtener mediante la suma de los valores medios de todos los factores relacionados a la transformación de un producto.

#### ***Productividad Laboral***

La productividad laboral es concebida como el efecto sistemático de producción originado por las funciones del recurso humano en un área laboral específico; por lo que se encuentra relacionado con el aprovechamiento de recursos materiales, tecnológicos y mano de obra (Jaimes, Luzardo y Rojas, 2018).

Por otro lado, la prioridad elemental para obtener la productividad laboral radica en utilizar herramientas eficientes en el área productivo de una organización para sostener un elevado nivel competitivo en el mercado (Ali et al, 2018).

#### ***Eficacia:***

Se define como la división entre los productos logrados entre productos programados expresando el menor tiempo para ejecutarlo. Para el logro de la eficiencia se debe tener los objetivos bien planteados, a fin de identificar las fallas durante el proceso para su mejoría (Fontalvo et al., 2018).

## ***Eficiencia***

La eficiencia es la indicación que se utiliza para verificar los recursos utilizados en la producción y las pérdidas que se pueden generar con la cantidad de recursos manejados realmente en su totalidad (Fontalvo et al., 2018).

## **Definición de Estudio del Trabajo**

El estudio del trabajo, según Gujar et al. (2018), se define como la búsqueda de optimización de métodos operativos para lograr una mayor productividad en una empresa. Además, utiliza técnicas como el estudio de métodos y la evaluación del trabajo para comprender el potencial del trabajo humano en el tiempo dedicado a completar una tarea, buscar formas de hacer la tarea más simple y para aumentar la eficiencia y eficacia. El estudio de trabajo también es importante para las decisiones ergonómicas, el diseño del trabajo y el desarrollo de la estación de trabajo.

González (2016) describen que una buena utilidad de los métodos de trabajo eleva la productividad y puede eliminar todo proceso innecesario para encontrar los métodos más eficientes a través de la estandarización de tiempos condiciones de trabajo, optimización de puestos, etc. Del mismo modo, envuelve una mejora en la calidad de vida de los empleados; por ello, al recurso humano, se le debe proveer todo lo necesario para la implementación de su trabajo y brindar capacitaciones de forma consecutiva. De este modo, el estímulo motivador hace alcanzar los objetivos de la empresa.

## **Objetivos del Estudio del Trabajo**

Uno de los objetivos del estudio del trabajo consiste en optimizar la administración de los recursos de manera correcta con el fin de mejorar la calidad de todos los procesos involucrados y realizar un análisis profundo de los métodos de trabajo (Valdivieso, Meza y Gutiérrez, 2019). Además, esta técnica aplicada en las empresas ha logrado disminuir el trabajo en los procesos y el desperdicio de recursos disponibles tanto como en el recurso humano, equipos, materiales, espacio, entre otros (González, 2016).

## **Beneficios del Estudio del Trabajo**

El estudio del trabajo es una herramienta para minimizar el tiempo requerido de una operación de trabajo y conservar los recursos. El análisis de métodos guía la mejor manera de hacer el trabajo y los estándares de tiempo indican cuánto tarda

completar el trabajo, de este modo, la productividad puede incrementar (Chandurkar et al. 2015).

### **Diagramas para el Estudio del Trabajo**

Los diagramas más utilizados en el estudio del trabajo, según Valdivieso, Meza y Gutiérrez (2019), se encuentran principalmente representadas por el diagrama de operaciones (DOP), que identifica y registra todas las operaciones e inspecciones del proceso en general; y el diagrama de análisis de proceso (DAP) que identifica elementos más específicos como las operaciones, transporte, inspección, demora y almacenamiento. Además, para el estudio de los movimientos de los trabajadores se encuentra el diagrama bimanual, y para el estudio de secuencia de operaciones, se utiliza el diagrama de precedencia.

### **Técnicas del Estudio del Trabajo**

#### ***Estudio de Métodos***

Según Díaz et al. (2017), el estudio de métodos es una herramienta que se utiliza para disminuir actividades ineficientes que se emplean en los distintos procesos a través de la técnica sistemática. Del mismo modo, ayuda a disminuir la carga innecesaria de trabajo, bien sea modificando métodos ineficientes o suprimiendo actividades que no generan valor en el recurso humano.

Por otro lado, Montañó et al. (2018) describen la ingeniería de métodos como el examen organizado de los métodos para elaborar las operaciones, con el fin de optimizar el beneficio de los recursos y establecer normas de cumplimiento en relación con las actividades que se están desarrollando. De esta forma, se compromete el método operativo para disminuir el trabajo innecesario e implementando bajo un periodo de tiempo adecuado para la realización de cada actividad.

#### ***Estudio de Tiempos***

Es una técnica que se emplea para optimizar los métodos de trabajo en los procesos productivos y consiste en la evaluación del trabajo para guardar los tiempos y ritmos que conciernen a los aspectos de una actividad implementada (Ruíz et al. 2017).

Asimismo, es uno de los métodos con mayor efectividad manejada por casi todas las industrias para mejorar la tasa de producción. Las observaciones del estudio de tiempos profundizan en el alcance de la reducción del tiempo necesario y la mejora en la producción de la industria (Díaz et al. 2017).

Finalmente, Duran et al. (2015) enfatiza que los periodos del estudio de tiempos son: describir toda la información de la actividad, descomponer la tarea en elementos, medir el tiempo y determinar el tiempo estándar.

### ***Balance de Línea***

Se considera como el método para distribuir correctamente las actividades de trabajo en secuencias, asignando el ideal número de trabajadores en una estación de trabajo y así poder aprovechar al máximo el recurso humano y equipos (Orozco et al. 2017).

El balance de línea, según Yemane et al. (2020), tiene el objetivo de nivelar la carga de trabajo en todo el proceso en una celda o flujo de valor para eliminar los cuellos de botella y el exceso de capacidad. Además, también minimiza el número de estaciones de trabajo, disminuye el tiempo improductivo en cada estación mediante el análisis de precedencia y el tiempo de operación por trabajador, y, por último, incrementa la eficiencia laboral.

### **Distribución de Planta**

Según Yemane et al. (2020), lo define como el posicionamiento o ubicación más adecuado de las áreas, estaciones de trabajo y maquinarias relacionados en todo el proceso de producción. Incluye servicio al cliente y las áreas de almacenamiento.

## **Metodología de la Investigación**

### **Metodología de Investigación**

#### ***Variables***

Variable independiente:

Se considera al estudio del trabajo, puesto que mediante la aplicación de técnicas de estudio del trabajo se va a modificar la variable dependiente.

Variable dependiente:

Se considera a la productividad, puesto que posee características modificables según el objetivo trazado.

#### ***Diseño***

La presente investigación posee un diseño no experimental transversal. En el sentido del objetivo de la propuesta, no se manipulan realmente las variables y no se produce una implementación. De este modo, se realiza una recolección de datos en trabajo de campo en una empresa agrícola para luego efectuar el análisis y desarrollo de la propuesta de incremento de la productividad a través del estudio del trabajo en un determinado tiempo.

#### ***Enfoque***

El presente estudio posee un enfoque cuantitativo. La naturaleza de los datos de la investigación muestra que se trabajan con variables como la productividad, que puede aumentar o disminuir si el estudio del trabajo logra mejorar procesos utilizando técnicas como estudio de métodos y estudio de tiempos. Asimismo, los datos que se analizan son de tipo cuantificable y existe una relación numérica entre las variables. También, la investigación busca medir, identificar y diseñar una propuesta de mejora.

### **Diagnóstico Situacional**

#### ***Características del Sector***

La industria de espárragos en nuestro país es altamente competitiva. Las empresas agrícolas en su mayoría exportan variedades de hortalizas con altos estándares de calidad exigidos por los clientes. El Perú principalmente exporta espárragos en presentaciones frescas y en conserva, y actualmente representa un alto porcentaje de participación económica del país.

La producción de espárragos no se limita y se puede realizar durante todo el año en todo el Perú, sin embargo, la demanda del mercado internacional exige grandes cantidades en ciertas temporadas. Generalmente, se presenta una alta concentración de cosecha en los meses de abril a julio y de octubre a diciembre, que representan las temporadas donde existe una mayor demanda. Las zonas de producción principalmente se localizan en la Costa, en la región norte se encuentran el departamento de La Libertad; y en la región sur se encuentra Ica. Los factores climáticos favorecen en la cosecha para ambas regiones. En la mayoría de los casos, Ica realiza una producción de espárragos verdes frescos a gran escala; mientras que en la costa norte se producen los espárragos blancos en conserva con gran demanda en Europa.

### ***Estado de Situación de la Empresa***

#### **Descripción de la empresa**

La empresa empezó sus actividades en el año 2018 y se responsabiliza de producir, exportar hortalizas y frutas dirigido al mercado europeo y americano. Las presentaciones de los productos pueden ser en conservas o frescas. Entre las hortalizas se encuentran el espárrago y alcachofa; mientras que en las frutas se encuentran la uva y la granada.

En referencia a los espárragos en conserva, exportan principalmente a Alemania como cliente frecuente y ocasionalmente a otros países como Francia y Suecia.

#### **Ubicación de la empresa**

La empresa agrícola se encuentra ubicada en el departamento la Libertad, provincia de Ascope y distrito de Razuri.

#### **Misión de la empresa**

Ser una empresa que satisfaga las necesidades de los consumidores a través de productos de calidad con altos niveles nutricionales y mejorar la calidad de vida de nuestros clientes. También, aportar con el óptimo grado de conformidad de nuestros colaboradores, proveedores y distribuidores.



## Visión de la empresa

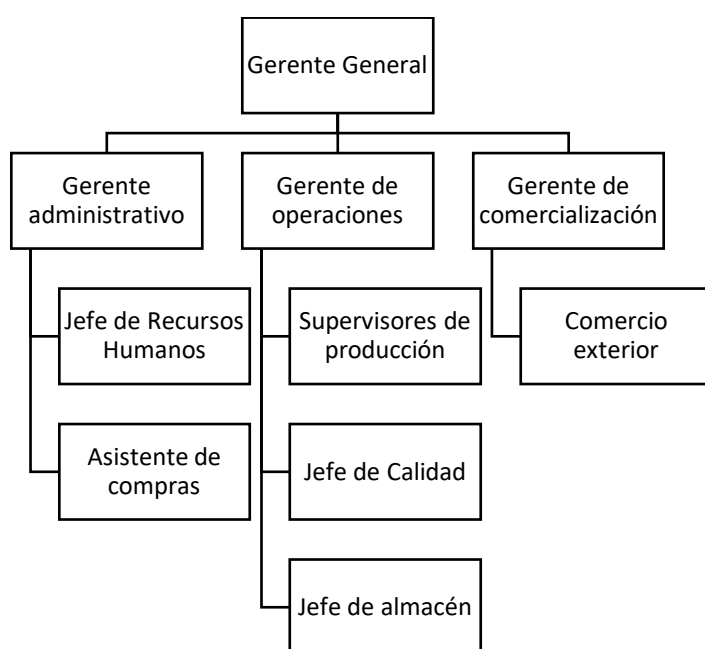
Ser una empresa comercializadora del sector agrícola que destaque por su innovación de mejora continua, protección del medio ambiente y que lidere el mercado internacional obteniendo un alto reconocimiento en los próximos 8 años.

## Organigrama de la empresa

La empresa está conformada por el organigrama presentado en la figura 1. A continuación se detallan las funciones de la gerencia:

**Figura 1**

*Organigrama de la empresa*



Fuente. Elaboración propia.

### Gerencia general:

Es el encargado de direccionar y coordinar las funciones del planeamiento estratégico de la organización. Es el responsable final por el cumplimiento de los objetivos planteados. Aprueba y audita el cumplimiento de las políticas general de la empresa. Direcciona los demás cargos gerenciales y supervisa los presupuestos designados para la mejora de la organización.

### Gerencia administrativa:

Es el encargado de organizar las actividades financieras y contables de la empresa. Tiene a su disposición un jefe de recursos humanos quien es el encargado

del reclutamiento del personal, inducción a los puestos de trabajo y gestión de remuneración y compensaciones. También cuenta con un asistente de compras quien cumple la obligación de organizar y coordinar la adquisición de materia prima de hortalizas y frutas a través de proveedores de cultivos cercanos a la planta de producción.

#### **Gerencia operacional:**

Es el ejecutivo responsable de la producción de las hortalizas. El gerente toma decisiones en cuestión de las funciones de las operaciones y distintos sistemas que se emplean para la elaboración del producto final desde la materia prima. Coordina las operaciones que se desarrollan en las distintas áreas y reporta al gerente general de todos los movimientos. Tiene a su disposición cuatro supervisores de producción para productos como espárragos, alcachofas, uvas y granadas. También cuenta con un jefe de calidad quien es el responsable de verificar los estándares de calidad de cada área mediante muestras. Finalmente, cuenta con un jefe de almacén quien es el responsable de asegurar que los productos frescos o en conserva se encuentren en óptimas condiciones de temperatura para evitar el ingreso de la carga microbiana de las hortalizas y frutas.

#### **Gerencia de comercialización:**

Es el encargado de emplear planes de acción al gerente general con respecto a las estrategias de alcance al mercado exterior. Gestiona el presupuesto para la exportación de las hortalizas y frutas e identifica nuevas oportunidades de negocio para el crecimiento y competitividad de la organización.

#### ***Descripción del Producto***

El producto principal que comercializa la empresa es el espárrago verde en conserva, para lo cual se sigue un proceso productivo estricto cumpliendo las características siguientes:

- Peso bruto: 450 gramos
- Peso neto: 365 gramos
- Peso drenado: 200 gramos
- Seguridad de cierre: 15mm
- Color: característico
- Olor: característico
- Sabor: característico

- Líquido de gobierno
- Vida útil: 5 años a partir de su fabricación

### ***Materia Prima e Insumos***

#### **Espárrago fresco verde**

Es la materia prima principal, la tiene que cumplir con las especificaciones mostradas en el Anexo 1.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que los espárragos verdes deben cumplir los siguientes requisitos:

- Tener un aspecto y olor fresco.
- Estar sanos (sin aspecto podredumbre).
- Estar libres de plagas.
- Estar libres de humedad externa anormal.
- Estar libres de cualquier olor o sabor extraños.
- Estar libres de magulladuras o cortes (completos).
- Estar libres de daños causados por un remojo o lavado inadecuado.
- El tamaño de los turiones debe ser en promedio aproximadamente entre 11 a 22.5 cm

#### **Sal común**

Este compuesto se utiliza para elaborar el líquido de gobierno, líquido en donde se remojan los espárragos dentro del envase. La cantidad de sal común a utilizar es de 14 a 17Kg por cada mil litros de agua blanda, la mezcla se realiza en una marmita.

#### **Agua potable**

Este elemento se utiliza para preparar el líquido de gobierno junto con la sal común.

#### **Envase**

Los envases que se utilizan para el espárrago son de hojalata, las cuales deben poseer un buen estado y en condiciones óptimas de salubridad.

#### **Procesos productivos**

Para el envasado del espárrago verde se siguen los siguientes procesos y actividades:

## **Preparación de líquido de gobierno**

Este proceso como se mencionó anteriormente, consiste en mezclar en una marmita (recipiente en forma de olla) mil litros de agua potable con 14-17 Kg de sal común y calentar dicha mezcla mediante un serpentín por donde fluye vapor caliente; la mezcla se calienta hasta obtener una temperatura promedio de 95°C.

## **Hojalata de espárrago**

Los envases son trasladados a un lavadero grande en donde son remojados por 1 minuto en agua con cloro a 50ppm para ser desinfectadas, luego de ello se colocan en un recipiente para el escurrido del agua y luego trasladarse al área de envasado.

## ***Envasado de Espárrago Verde***

### **Recepción de espárragos**

Es el primer proceso que se realiza, el cual consiste en recepcionar el espárrago verde fresco proveniente de los cultivos, luego ingresan en jabas plásticas conteniendo entre 7 a 8 Kg cada unidad y finalmente se colocan en parihuelas para ser transportadas al área de pesado.

### **Pesado**

Luego de trasladada todas las jabas con espárrago, éstas se colocan en una balanza en grupos de 10 para determinar el peso de todo el lote y saber la cantidad de espárrago que ingresará a planta.

### **Clasificado**

En este proceso el espárrago es puesto sobre la faja transportadora, en donde en promedio 12 operarios van clasificando cada espárrago por su tamaño y lo van separando en jabas.

### **Cortado**

Los espárragos seleccionados del proceso anterior se les agrupa en una cortadora, en donde con una cuchilla manual se le da el corte perfecto para obtener el tamaño ideal de 13 cm.

## **Lavado**

Luego de cortados, los espárragos son llevados al área de lavado, en donde se colocan en jabas y se sumergen cada una en un lavadero grande, con cloro a 50ppm para desinfectar y eliminar algunos elementos extraños.

## **Escaldado**

Este proceso se realiza con el fin de evitar el pardeamiento enzimático y expulsar el aire acumulado en las células del espárrago de tal manera que se deje el tejido blando para un fácil manejo al momento del envasado del producto. Consiste en sumergir las jabas con espárragos en agua caliente a 92°C por 3 minutos.

## **Enfriado**

Este proceso consiste en remojar los espárragos escaldados en unos lavaderos de agua fría durante 3 minutos, hasta obtener una temperatura aproximada de 35°C para así evitar que se pierda la humedad.

## **Envasado**

Proceso llevado a cabo de manera manual por operarias capacitadas en este proceso, estas colocan en cada envase la cantidad necesaria de acuerdo al peso que tiene que tener cada producto envasado.

## **Pesado**

Luego del envasado de espárragos, cada envase pasa a ser pesado en una balanza electrónica hasta conseguir el peso indicado en las especificaciones del producto.

## **Agregado de líquido de gobierno**

En este proceso se agrega directamente a cada envase el líquido de gobierno el cual consiste en la mezcla de agua y sal común. Inmediatamente después, los envases se dirigen hacia el túnel de calentamiento (exhausting), de tal manera que el envase pueda conservar su temperatura y se pueda realizar un buen vacío en la sección del cerrado.

## **Cerrado**

En este proceso las operarias cogen cada envase y colocan la tapa y trasladan a la maquina cerradoras semiautomáticas.

## **Esterilizado**

Una vez cerrados los envases son depositados en una canasta metálica con ruedas y llevados al área de esterilizado; en donde son colocados en un autoclave, el cual se trabaja a una temperatura adecuada con el fin de eliminar los microorganismos. Para este proceso se cuentan con instrumentos necesarios como: termómetros, nanómetros y termorreguladores.

## **Secado y limpieza de envases**

Luego de haber pasado por el proceso de esterilizado, se retiran las canastas metálicas y cada envase se va secando y limpiando con el fin de facilitar al proceso de codificado. Al mismo tiempo, en este proceso se realiza la inspección para verificar si algún envase ha sufrido alguna deformación.

## **Codificado**

En este proceso se imprime el número de lote, la fecha de fabricación y vencimiento, con el fin de hacer cualquier trazabilidad del producto en caso lo requiera en el futuro.

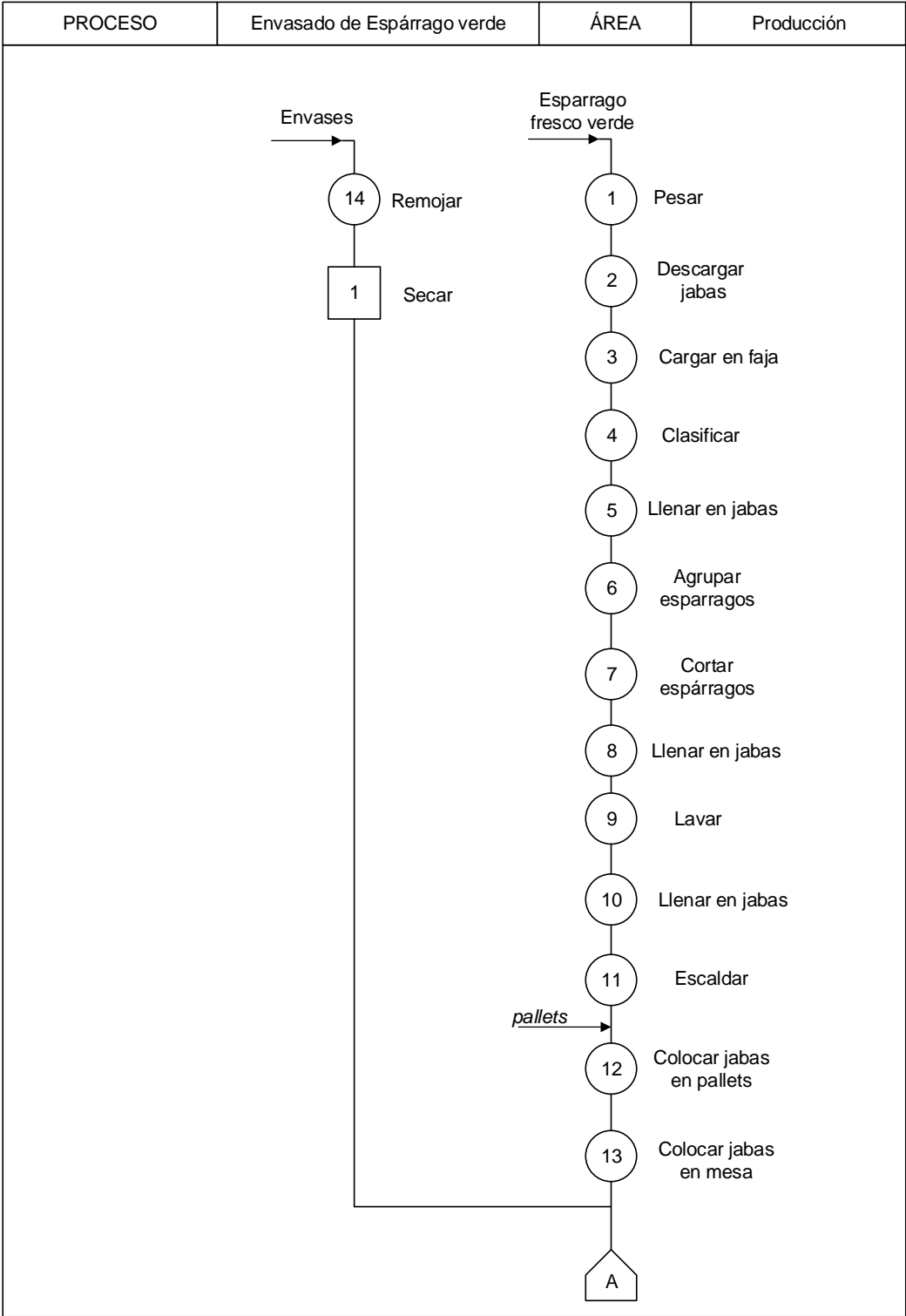
## **Paletizado**

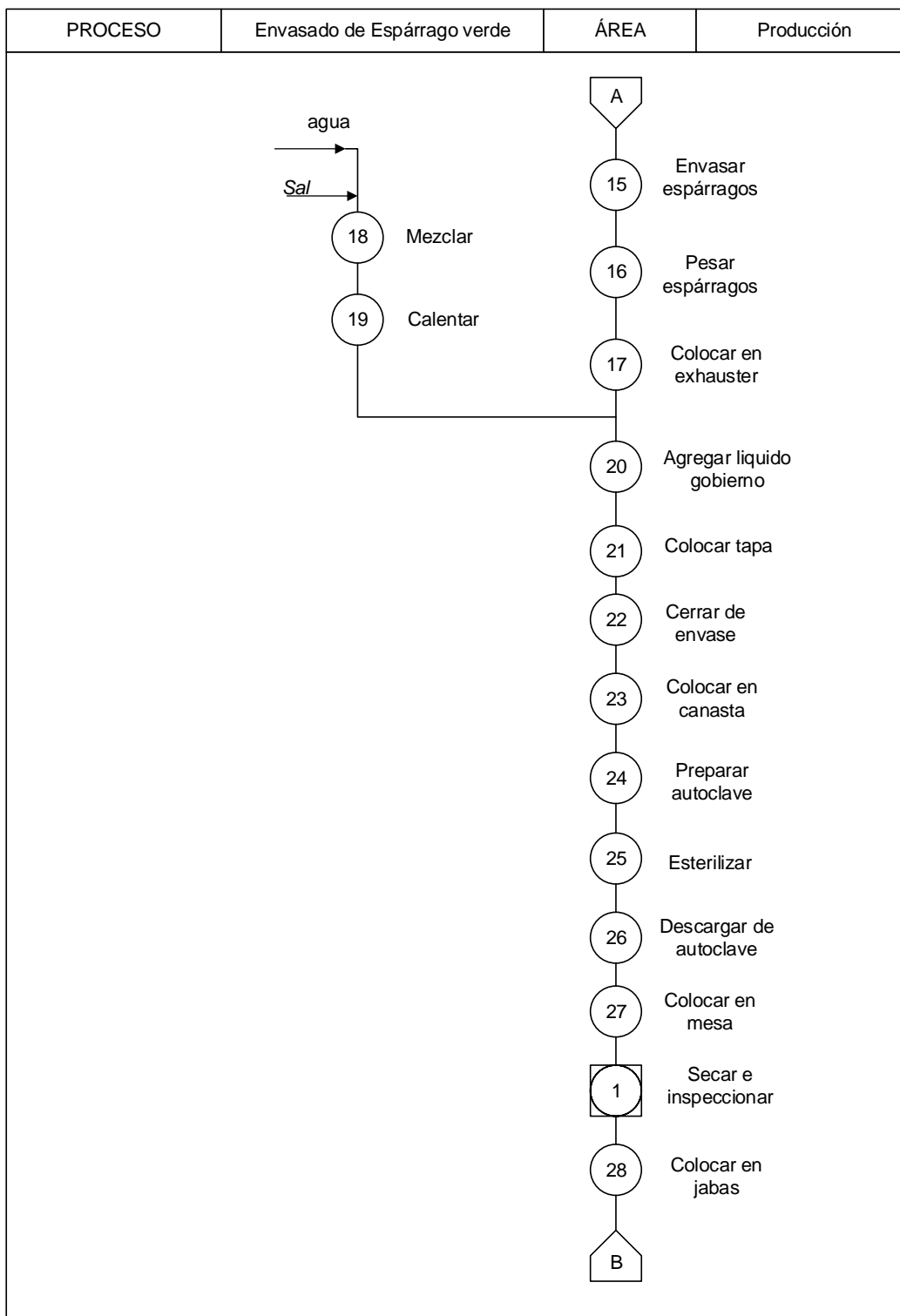
Una vez codificado cada envase son colocados por niveles en pallets, se le coloca los esquineros, se enzuncha el pallet y finalmente se coloca el plástico film. Este es el último proceso que realiza el área de producción con respecto al envasado del espárrago verde. Pasando luego el producto a manos de los encargados de almacén de producto terminado para su posterior distribución.

Diagrama de Operaciones del Proceso DOP

Figura 2

Diagrama de operaciones del proceso de envasado de espárrago





Fuente. Elaboración propia.



## Diagrama de Análisis de Procesos DAP

Figura 3.

Diagrama de Análisis de Operaciones (DAP)

Diagrama: 1 de 1							
		Resumen					
		Actividad		Actual	Productivas	Improductivas	
Proceso: Envasado de espárrago	Operación	○	32	492,84			
	Transporte	⇒	15			40,40	
Lugar: Área de producción	Espera	D	0			0,00	
	Inspección	□	1	12,41			
Tipo de espárrago: Verde fresco	Almacenamiento	▽	1			1,50	
Elaborado por: Sergio Julca		Total	49	505,25		41,90	
Nº	Descripción	Tiempo (min)	Símbolo				
			○	⇒	D	□	▽
1	Trasladar espárrago verde fresco a pesado	1,14		x			
2	Pesar espárrago	0,83	x				
3	Descargar jabas	3,67	x				
4	Trasladar a clasificado	1,16		x			
5	Cargar en faja	51,76	x				
6	Clasificar espárrago	50,96	x				
7	Llenar espárrago en jabas	51,75	x				
8	Trasladar espárrago a corte	1,16		x			
9	Agrupar esparragos	30,95	x				
10	Cortar esparragos	33,97	x				
11	Llenar espárrago en jabas	30,98	x				
12	Trasladar jabas a lavado	1,27		x			
13	Lavar espárrago	9,42	x				
14	Llenar espárrago en jabas	2,48	x				
15	Trasladar a escaldado	1,47		x			
16	Escaldar espárrago	9,64	x				
17	Trasladar espárrago a enfriado	0,79		x			
18	Enfriar espárragos	9,34	x				
19	Colocar jabas en pallets	2,26	x				
20	Trasladar a envasado	1,44		x			
21	Colocar jabas en mesa	2,71	x				
22	Envasar espárragos	35,77	x				
23	Trasladar a pesado	3,74		x			
24	Pesar espárragos	32,05	x				
25	Trasladar a exhauster	1,42		x			

26	Colocar en exhauster	8,55	x				
27	Trasladar en exhauster	8,64		x			
28	Agregar liquido gobierno	8,58	x				
29	Trasladar a cerradora	8,50		x			
30	Colocar tapa	8,45	x				
31	Cerrar envase	8,57	x				
32	Colocar en canasta	10,51	x				
33	Trasladar a autoclave	3,42		x			
34	Preparar autoclave	0,85	x				
35	Esterelizar espárragos	30,00	x				
36	Descargar espárragos de autoclave	2,22	x				
37	Trasladar a limpieza	2,20		x			
38	Colocar en mesa	4,34	x				
39	Secar e inspeccionar envases	12,41				x	
40	Colocar en jabas	5,29	x				
41	Trasladar a codificado	1,50		x			
42	Colocar en codificadora	10,61	x				
43	Codificar envases	10,80	x				
44	Colocar envases en pallets	15,19	x				
45	Colocar esquineros a pallets	2,33	x				
46	Colocar film a pallets	2,66	x				
47	Enzunchar pallets	5,39	x				
48	Trasladar a APT	2,56		x			
49	Almacenar en APT	1,50					x
<b>TOTAL</b>		<b>547,15</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente. Elaboración propia

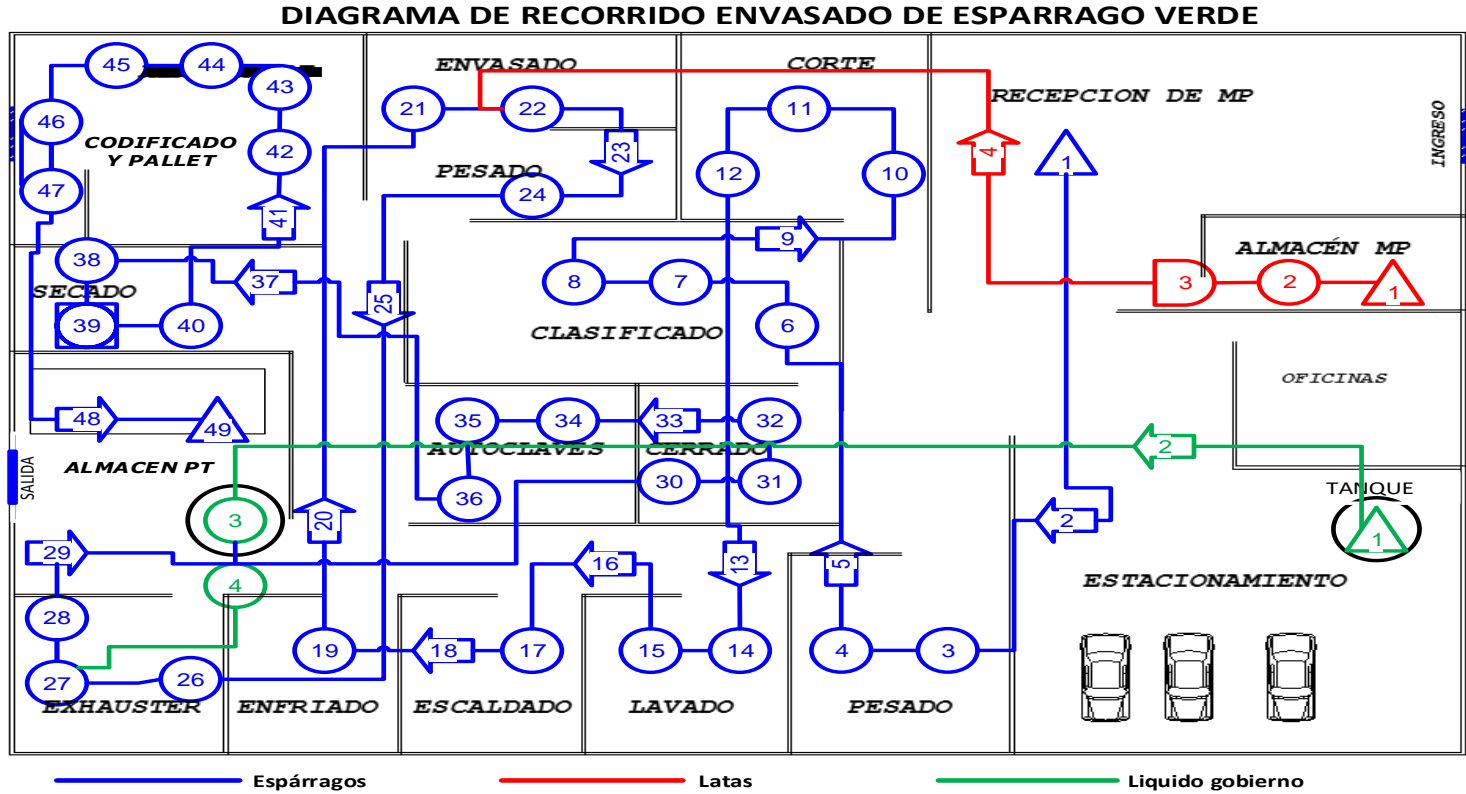
El diagrama DAP a diferencia del DOP, presenta los tiempos de los procesos y se puede afirmar que para un “batch” de latas de espárragos, demora 547.15 minutos. Es importante mencionar que existe 41.90 minutos improductivas por la falta de experiencia de los operarios.

En el siguiente diagrama de recorrido, se puede observar que la ubicación actual de las áreas productivas de la empresa agrícola no concuerda con una secuencia favorable para el óptimo desempeño de los trabajadores. La posición de elementos importantes como las autoclaves, el exhausting, las tinas fijas de lavado, las tinas de escaldado fueron situados cuando laboraban 12 operarios ubicados en 3 áreas pequeñas y solamente distribuían a nivel nacional. Cuando la empresa empezó a crecer y a exportar, se acomodaron las áreas sin realizar una evaluación técnica de la posición de las áreas productivas.

Diagrama de Recorrido

Figura 4

Diagrama de recorrido del proceso de envasado de espárrago verde



Fuente. Elaboración propia

## **Indicadores**

### **Indicadores de producción**

#### Cuello de botella:

Según los tiempos promedios tomados de todos los procesos (Anexo 2) se tiene el cuello de botella en el proceso de clasificado con un tiempo de 155.622min. Como se tiene en cuenta que es por la producción final de 1100 latas envasadas (dato de la empresa), entonces el cuello de botella sería:

$$\text{Cuello de botella} = \frac{\text{Producción final}}{\text{tpo promedio}} \quad (1)$$

$$\text{Cuello de botella} = \frac{1100 \text{ latas}}{155.622 \text{ min}} = 7.068 \text{ latas/min}$$

De acuerdo con el cálculo anterior, se tiene una producción de 7.068 latas por cada minuto de producción.

#### Ciclo:

El ciclo viene a ser la inversa del cuello de botella, entonces:

$$\text{Ciclo} = \frac{1}{7.068} = 0.141 \text{ min/lata} \quad (2)$$

Se tiene un ciclo de 0.141 min para producir una lata envasada de espárragos.

#### Producción:

Para el cálculo de la producción se tiene en cuenta los siguientes datos:

- Horario de trabajo: lunes a viernes, 7:30 a 19:00
- Refrigerio: 45 min/día
- Tiempo disponible: 10.75 horas

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tpo base}}{\text{ciclo}} \quad (3)$$

$$\text{Producción} = \frac{10.75 \text{ horas}}{0.141 \text{ min/lata} * 1 \text{ h}/60 \text{ min}} = 4559 \text{ latas/día}$$

Entonces se observa que existe una producción de 4559 latas por día.

#### Eficiencia física:

Teniendo en cuenta que por cada día de producción se ingresan en promedio 2500 Kg de espárrago verde fresco, se obtiene 4559 latas de conserva. Por lo que cada una obtendrá un peso escurrido de 0.20Kg, entonces se tiene:

$$Eficiencia\ física = \frac{Salida\ de\ PT\ en\ kg}{ingreso\ de\ MP\ en\ kg} \quad (4)$$

$$Eficiencia\ física = \frac{4559latas*0.20Kg/lata}{2500Kg}$$

$$Eficiencia\ física = 0.3647$$

Significa que el 36.4% de MP ingresada se convierte en PT

#### Eficiencia económica:

Para calcular este indicador, se cuentan con los siguientes datos proporcionados por la empresa:

- Precio de venta: 5.20 soles/lata
- Costo MP, materiales e insumos: 3.10 soles/lata
- Costo MO: 45 soles/día
- Trabajadores de producción: 33 operarios

Entonces se tiene el siguiente cálculo:

$$Eficiencia\ económica = \frac{Producción*PVunitario}{Costo\ MP*produccion+CostoMO} \quad (5)$$

$$Eficiencia\ económica = \frac{4559latas*5.20sol/lata}{\frac{3.1sol}{lata}*4559latas+33ope*45soles/ope}$$

$$Eficiencia\ económica = 1.518$$

Por cada unidad de sol invertido la empresa genera 0.518 soles de ganancia.

Indicadores de productividad

#### Productividad parcial de PT:

Teniendo en cuenta la información ya mencionada, se determina la productividad de PT como el cociente entre la cantidad producida en latas y el costo incurrido para producir dicho lote, teniendo:

$$Productividad P.T = \frac{Producción\ total}{Costo\ de\ Producción} \quad (6)$$

$$Productividad P.T = \frac{4559\ latas}{\frac{3.15\ sol}{lata} * 4559\ latas + 33\ ope * 45\ soles/ope}$$

$$Productividad P.T = 0.292\ latas/soles$$

Significa que por cada sol invertido se obtienen 0.292 latas de conserva de espárrago.

#### Productividad parcial de MP:

En este caso se toma la productividad parcial con respecto a la cantidad de espárrago que ingresa siendo:

$$Productividad MP = \frac{Salida\ PT}{Ingreso\ de\ MP} \quad (7)$$

$$Productividad MP = \frac{4559\ latas}{2500\ Kg\ MP}$$

$$Productividad MP = 1.824\ latas/Kg\ MP$$

Significa que, por cada Kg de espárrago utilizado en la producción, se obtiene 1.824 latas de espárrago en conserva.

#### Productividad parcial de MO:

Sabiendo que la empresa cuenta con 33 operarios de producción, se obtiene la productividad de mano de obra:

$$Productividad MO = \frac{Salida\ PT}{\# operarios} \quad (8)$$

$$Productividad MO = \frac{4559\ latas}{33\ operarios} = 138.156\ latas/ope$$

Se interpreta que por cada operario se producen 138.156 latas de conserva de espárrago.

#### Productividad parcial por H-H:

Sabiendo que el horario de labores del personal de producción es de 7:30am hasta 7:00pm, considerando 45min de refrigerio, se tienen 10.75 horas disponibles para la producción por cada operario al día:

$$Productividad\ HH = \frac{Salida\ PT}{\# operarios * tpo\ base} \quad (9)$$

$$Productividad\ HH = \frac{4559\ latas}{33ope * 10.75horas/ope}$$

$$Productividad\ HH = 12.852\ latas/HH$$

Por cada hora-hombre utilizada se obtienen 12.852 latas de conserva de espárrago.

Indicadores de capacidad

Capacidad total:

Este indicador está condicionado por el proceso de esterilizado, puesto que se cuenta con 3 autoclaves las cuales cada uno tiene una capacidad de 300 latas. El lote cargado a la autoclave se le denomina como “batch” y este proceso de esterilizada toma un tiempo de 36.477min, entonces se calcula el número de batchs:

$$Nro\ de\ Batchs = \frac{Tpo\ base}{Tiempo\ de\ esterilizado} \quad (10)$$

$$Nro\ de\ Batchs = \frac{10.75\ horas/día}{36.477min * 1h/60min}$$

$$Nro\ de\ Batchs = \frac{10.75\ horas/día}{36.477min * 1h/60min} = 17batchs/día$$

Luego de obtener el número de batchs se calcula la capacidad diseñada, teniendo en cuenta que en total se pueden cargar 900 latas sumando la capacidad de las 3 autoclaves.

$$Capacidad\ total = Nro.\ batchs * capacidad\ de\ autoclaves \quad (11)$$

$$Capacidad\ total = 17batchs/día * 900latas/batch$$

$$Capacidad\ total = 15\ 300\ latas/día$$

Entonces se observa que la empresa cuenta con una capacidad diseñada de 15300 latas por día.

### Capacidad de producción:

El indicador está representado por la cantidad actual de producción diaria, la cual es de 4559 latas por día.

$$\text{Capacidad de producción} = 4559 \text{ latas/día}$$

### % de capacidad ocupada:

Viene a ser el cociente entre la capacidad de producción y la capacidad total:

$$\% \text{ de capacidad utilizada} = \frac{4559 \text{ latas/día}}{15300 \text{ latas/día}} \quad (12)$$

$$\% \text{ de capacidad utilizada} = 29.80\%$$

El resultado de la ecuación 12 refleja que se obtiene un indicador de 29.80% de la capacidad ocupada.

### Capacidad desocupada:

Representa la resta entre capacidad total y la capacidad de producción, siendo:

$$\text{Capacidad desocupada} = \text{capacidad total} - \text{capacidad de producción} \quad (13)$$

$$\text{Capacidad desocupada} = 15300 \text{ latas/día} - 4559 \text{ latas/día}$$

$$\text{Capacidad desocupada} = 10\,741 \text{ latas/día}$$

El resultado de la ecuación trece significa que no se está aprovechando la capacidad al máximo.

### **Reporte actual de indicadores**

El reporte refleja los actuales indicadores de la empresa agrícola. De los cuales se tiene el cuello de botella, el ciclo, la producción, la eficiencia física, eficiencia económica, la productividad de productos terminados, la productividad de materia prima, la productividad de mano de obra, la productividad de horas hombre, la capacidad total, la capacidad ocupada y la capacidad desocupada. De tal forma que sus valores y sus respectivas unidades se encuentran halladas de la siguiente manera:



**Tabla 1***Indicadores de producción y productividad*

Indicadores actuales	Valor	Unidad
Cuello de botella	7,068	latas/min
Ciclo	0,141	min/lata
Producción	4559	latas/día
Eficiencia Física	0,365	KgPT/Kg MP
Eficiencia Económica	1,518	
Productividad de PT	0,292	latas/soles
Productividad de MP	1,824	latas/Kg MP
Productividad de MO	138,156	latas/operario
Productividad H-H	12,852	latas/H-H
Capacidad total	15300	latas/día
Capacidad de producción	4559	latas/día
Capacidad ocupada	0.298	
Capacidad desocupada	10741	latas/día

Fuente. Elaboración propia.

**Análisis de los Resultados del Diagnóstico**

Los resultados que se muestran en la tabla 1, refleja que sólo se está produciendo 4559 de 15300 latas de espárragos verdes y que se está ocupando un 29% de toda la capacidad de producción. Según data histórica de la empresa, con 5 operarios más se producían aproximadamente 7650 latas diarias. Por ello, la productividad de mano de obra y horas hombre actuales manifiestan que existen dificultades que no permiten que el trabajo manual se desarrolle de manera óptima y que deberían ser resueltas.

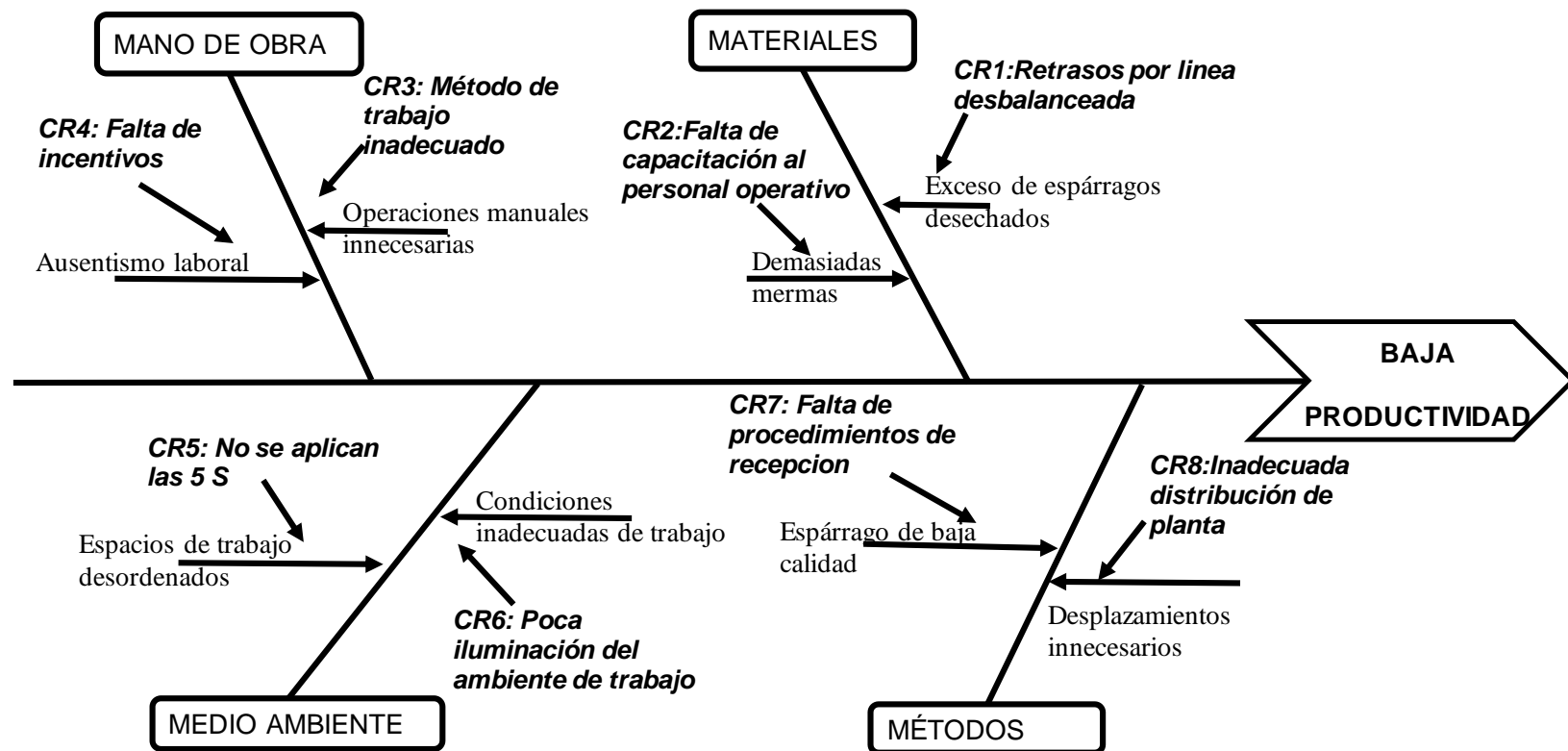
**Diagrama de Ishikawa**

De acuerdo con la entrevista realizada al jefe de producción, se logró identificar cada uno de los problemas causantes de una productividad baja en

la empresa. Finalmente se clasificaron de acuerdo con su respectiva categoría con cada causa principal y causa secundaria, de donde se elaboró el diagrama de Ishikawa de la figura 5.

**Figura 5.**

*Diagrama de Ishikawa, causantes de baja productividad.*



Fuente. Elaboración propia

### **Análisis de baja productividad:**

Es importante mencionar que los datos históricos de la empresa en el año 2019 reflejan un 50% de capacidad ocupada en promedio de la producción. Por lo tanto, se puede observar que actualmente la productividad es baja debido a que la producción diaria sólo ocupa un 29.80% con respecto a la capacidad total con la que cuenta la planta. Por ello, el tiempo de ciclo es muy grande y no está permitiendo que se alcance la capacidad total de la planta; asimismo, también afecta a las productividades parciales de materia prima, mano de obra y horas hombre.

### **Análisis de causas raíz que generan baja productividad:**

Según lo clasificado en el Ishikawa se puede observar que los causantes de la baja productividad son los retrasos en la producción, la falta de capacitación al personal, métodos de trabajo inadecuados, falta de incentivos al personal operario, no se aplican 5S, poca iluminación en el ambiente de trabajo, falta balancear la línea y una inadecuada distribución de planta. Dichos problemas se detallan en el siguiente apartado junto con las pérdidas monetarias asociadas a cada uno de ellos.

### ***Descripción de Pérdidas Monetarias***

#### **CR1: Retrasos por línea desbalanceada**

Dicha causa raíz genera un exceso de espárragos desechados, debido a que esta hortaliza tiene que procesarse fresca. Si logra exceder los días ya no sirve; por otro lado, la empresa no cuenta con un plan de contingencia para la materia prima no procesada.

Por lo tanto, debido a los retrasos de producción, no se llega a procesar todo el espárrago verde fresco; por lo que genera pérdidas monetarias por el espárrago desechado. Según la información proporcionada por la empresa, se tiene la cantidad de 2100Kg espárrago desechado en el mes de agosto en promedio, el cual asciende a una pérdida mensual de:

$$Pérdida = 2100kg \text{ MP} * \frac{0.365KgPT}{KgMP} * \frac{1lata}{0.2KgPT} * \frac{5.20soles}{lata}$$

$$Pérdida = S/.19,914.30$$

Teniendo en cuenta que el rendimiento actual de producto terminado (Kg) con respecto a la materia prima ingresada es de 0.365, el peso drenado es de 0.20Kg de PT y el precio por lata de S/.5.20.

Entonces se tiene una pérdida mensual de S/.19,914.30 en promedio.

## **CR2: Falta de capacitación al personal operativo**

Esta causa raíz genera que existan demasiadas mermas en el proceso productivo principalmente en el proceso de corte. Puesto que muchas veces los operarios no tienen especial cuidado al momento de utilizar las cuchillas para los espárragos, provocan que se corten en una medida muy inferior a lo requerido. En consecuencia, el espárrago ya no sirve para la venta y genera pérdidas monetarias.

De acuerdo a la información proporcionada por el supervisor de producción, en el mes de agosto se tiene en promedio 250Kg de espárrago perdido por este problema, que calculado en soles se tiene:

$$P\acute{e}rdida = 250kg \text{ MP} * \frac{0.365KgPT}{KgMP} * \frac{1lata}{0.2KgPT} * \frac{5.20soles}{lata}$$

$$P\acute{e}rdida = S/.2,370.75$$

De acuerdo con el cálculo anterior se tiene una pérdida económica por dejar de vender las conservas de S/.2,370.75 en promedio mensual.

El problema que presenta la empresa es que no cuenta con personal altamente calificado, solo un 15% es personal que lleva trabajando buen tiempo en la empresa, pero el 85% está representado por personal nuevo que cogen contrato por 3 o 6 meses. Por lo que el personal nuevo que va ingresando en su mayoría son trabajadores jóvenes que no cuentan con experiencia en dichas labores y muchas veces culminan de manera ineficiente la jornada laboral.

## **CR3: Método de trabajo inadecuado**

Con respecto a esta causa raíz se tiene mucho desperdicio en las horas de trabajo; puesto que como se mencionó en el apartado anterior, el personal cuenta con poca experiencia y por lo tanto no poseen un método de trabajo establecido de tal manera ser eficiente en los procesos.

Para ser más específico el estudio, se llevó a cabo en los procesos manuales, donde se detectó muchas operaciones manuales innecesarias en los procesos de:

- Clasificado de espárragos
- Corte de espárragos
- Envasado de espárragos

- Pesado de espárragos
- Secado y limpieza de envases con espárragos

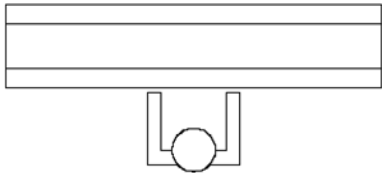
A continuación, se muestran mediante diagramas bimanuales por cada uno de los procesos antes mencionados.

### Clasificado:

En la figura 6 se puede observar el diagrama bimanual de acuerdo con el modo de trabajo actual en el proceso de selección.

**Figura 6.** Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago.

*Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago.*

DIAGRAMA BIMANUAL - ACTUAL											
Diagrama Num. 01		Hoja Num. 01 de		LUGAR DE TRABAJO							
Producto		Conserva de espárrago verde									
Operación:		Clasificado									
Lugar:		Planta de producción									
Operario (s) :		María Reyes									
Fecha:		01/10/2020									
Descripcion Mano Izquierda				Símbolo		Símbolo		Descripcion Mano Izquierda			
				○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽
En espera							X				Movimiento hacia faja
En espera							X				Goge espárrago
Movimiento hacia mano derecha					X				X		Entrega espárrago a mano izquierda
Goge espárrago				X				X			Suelta espárrago
Sostiene espárrago							X				Movimiento hacia faja
Sostiene espárrago							X				Goge espárrago
Sostiene espárrago							X				Entrega espárrago a mano izquierda
Goge espárrago				X				X			Suelta espárrago
Sostiene espárragos							X				Movimiento hacia faja
Sostiene espárragos							X				Goge espárrago
Sostiene espárragos							X				Entrega espárrago a mano izquierda
Goge espárrago				X				X			Suelta espárrago
Sostiene espárragos							X				Movimiento hacia faja
Sostiene espárragos							X				Goge espárrago
Sostiene espárragos							X				Entrega espárrago a mano izquierda
Goge espárrago				X				X			Suelta espárrago
Sostiene espárragos							X				Movimiento hacia faja
Sostiene espárragos							X				Goge espárrago
Sostiene espárragos							X				Entrega espárrago a mano izquierda
Goge espárrago				X				X			Suelta espárrago
Transporta espárragos a jaba					X				X		En espera
Suelta espárragos				X						X	En espera
RESUMEN											
Método				Actual		Propuesto					
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.				
Operaciones				6	10						
Transportes				2	10						
Esperas				2	2						
Sostenimiento				12	0						
Total				22	22	0	0				

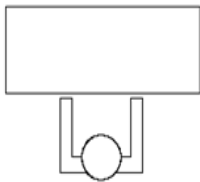
Fuente. Elaboración propia.

### Corte:

En la figura 7 se puede observar el diagrama bimanual de acuerdo con el modo de trabajo actual en el proceso de corte.

**Figura 7.** Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago.

*Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago.*

DIAGRAMA BIMANUAL - ACTUAL													
Diagrama Num._02		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO									
Producto		Conserva de espárrago verde											
Operación:		Corte											
Lugar:		Planta de producción											
Operario (s) :		Martha Campos											
Fecha:		01/10/2020											
Descripcion Mano Izquierda				Símbolo		Símbolo		Descripcion Mano Izquierda					
				O	⇒	D	▽	O	⇒	D	▽		
Movimiento hacia jaba							X				X		Movimiento hacia jaba
Goge espárragos				X				X					Goge espárragos
Sostiene espárragos								X					Acomoda espárragos
Lleva espárragos a la caja de cortado						X					X		Espera
Coloca espárragos en la caja de cortado				X								X	Espera
Lleva mano a esquina de caja de cortado						X				X			Lleva mano a cuchilla
Agarra caja de corte				X				X					Agarra cuchilla
Agarra caja de corte				X				X					Mueve cuchilla a la caja de corte
Agarra caja de corte				X				X					Opera primer corte
Agarra caja de corte				X				X					Desecha restos hacia jaba
Agarra caja de corte				X				X					Lleva cuchilla hacia caja de corte
Agarra caja de corte				X				X					Opera segundo corte
Agarra caja de corte				X				X					Desecha restos hacia jaba
Agarra caja de corte				X				X					Suelta cuchilla
Lleva a interior de caja de corte						X				X			Lleva hacia caja de corte
Coge espárrago				X				X					Coge espárrago
Lleva espárragos hacia jaba						X				X			Lleva espárragos hacia jaba
Suelta espárragos en jaba				X				X					Suelta espárragos en jaba
RESUMEN													
Método				Actual		Propuesto							
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.						
Operaciones				12	10								
Transportes				5	6								
Esperas				0	2								
Sostenimiento				1	0								
Total				18	18	0	0						

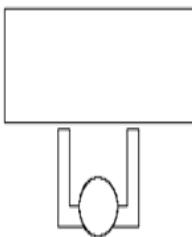
Fuente. Elaboración propia.

### **Envasado:**

En la figura 8 se puede observar el diagrama bimanual de acuerdo con el modo de trabajo actual en el proceso de envasado.

**Figura 8.** Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago.

*Diagrama bimanual del proceso de Selección de espárrago.*

DIAGRAMA BIMANUAL - ACTUAL													
Diagrama Num._03		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO									
Producto	Conserva de espárrago verde												
Operación:	Envasado												
Lugar:	Planta de producción												
Operario (s) :	Mercedes López												
Fecha:	01/10/2020			Simbolo		Simbolo							
Descripcion Mano Izquierda				O	⇨	D	∇	O	⇨	D	∇	Descripcion Mano Izquierda	
Espera						X		X				Movimiento hacia jaba	
Espera						X		X				Coge espárragos	
Espera						X		X				Lleva espárragos sobre mesa de envasado	
Movimiento hacia jaba					X					X		Sostiene espárragos	
Coger lata				X						X		Sostiene espárragos	
Llevar a mano derecha				X		X				X		Sostiene espárragos	
Sujetar lata				X				X				Coloca espárragos en lata	
Trasladar lata llena a mesa					X					X		Espera	
Poner lata llena a mesa de pesado				X						X		Espera	
RESUMEN													
Método				Actual		Propuesto							
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.						
Operaciones				3	2								
Transportes				3	2								
Esperas				3	2								
Sostenimiento				0	3								
Total				9	9	0	0						

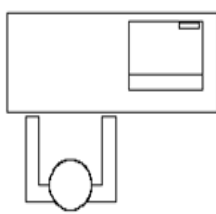
Fuente. Elaboración propia.

### **Pesado:**

En la figura 9 se puede observar el diagrama bimanual de acuerdo con el modo de trabajo actual en el proceso de pesado. En este caso se consideró para cuando el envase tenga faltante de espárrago para finalmente llegar al peso establecido.

**Figura 9.** Diagrama bimanual del proceso de pesado de envase de espárrago.

*Diagrama bimanual del proceso de pesado de envase faltante de espárrago.*

DIAGRAMA BIMANUAL - ACTUAL										
Diagrama Num._04		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO						
Producto		Conserva de espárrago verde								
Operación:		Pesado envase faltante								
Lugar:		Planta de producción								
Operario (s) :		Juana Luján								
Fecha:		01/10/2020								
Descripcion Mano Izquierda		Simbolo				Simbolo				Descripcion Mano Izquierda
		O	⇒	D	▽	O	⇒	D	▽	
Movimiento a lata llena										Espera
Coge envase lleno										Espera
Lleva lata llena a balanza										Espera
Coloca lata llena en balanza										Espera
Espera										Lleva mano a jaba
Espera										Agarra espárragos
Espera										Lleva espárragos hacia lata llena
Espera										Agrega espárragos a lata llena
Movimiento a lata llena										Espera
Sujeta lata llena										Espera
Lleva lata a mesa de conservación										Espera
Coloca lata en mesa de conservación										Espera
RESUMEN										
Método		Actual		Propuesto						
		IZQ.	DER.	IZQ.	DER.					
Operaciones		4	2							
Transportes		4	2							
Esperas		4	8							
Sostenimiento		0	0							
Total		12	12	0	0					

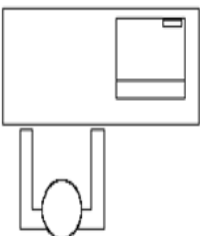
Fuente. Elaboración propia.

Para el caso de cuando el envase sobrepase el peso estándar, se tiene el diagrama bimanual en la figura 10.



**Figura 10.** Diagrama bimanual del proceso de pesado de envase sobrante de espárrago.

*Diagrama bimanual del proceso de pesado de envase sobrante de espárrago.*

DIAGRAMA BIMANUAL - ACTUAL									
Diagrama Num. _05	Hoja Num. _01 de	LUGAR DE TRABAJO							
Producto	Conserva de espárrago verde								
Operación:	Pesado envase sobrante								
Lugar:	Planta de producción								
Operario (s) :	Juana Luján								
Fecha:	01/10/2020	Simbolo		Simbolo					
Descripcion Mano Izquierda	O	⇒	D	▽	O	⇒	D	▽	Descripcion Mano Izquierda
Movimiento hacia lata llena		X					X		Espera
Coge lata llena	X						X		Espera
Lleva lata llena hacia balanza		X					X		Espera
Coloca lata llena en balanza	X						X		Espera
Espera			X			X			Lleva mano hacia lata llena
Espera			X		X				Retira espárragos de lata llena
Espera			X			X			Lleva espárragos a jaba
Espera			X		X				Ubica espárragos en jaba
Movimiento hacia lata llena		X				X			Espera
Sujeta lata llena	X					X			Espera
Lleva lata hacia mesa de conservación		X				X			Espera
Ubica lata en mesa de conservación	X					X			Espera
RESUMEN									
Método	Actual		Propuesto						
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.					
Operaciones	4	2							
Transportes	4	2							
Esperas	4	8							
Sostenimiento	0	0							
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>					

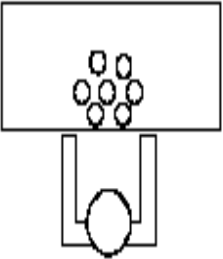
Fuente. Elaboración propia.

### Secado y limpieza:

En la figura 11 se puede observar el diagrama bimanual de acuerdo con el modo de trabajo actual en el proceso de secado y limpieza del envase.

**Figura 11.** Diagrama bimanual del proceso de Secado y limpieza de envases.

*Diagrama bimanual del proceso de Secado y limpieza de envases.*

DIAGRAMA BIMANUAL - ACTUAL										
Diagrama Num._06		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO						
Producto		Conserva de espárrago verde								
Operación:		Secado y limpieza de envases								
Lugar:		Planta de producción								
Operario (s) :		Bertha Saldaña								
Fecha:		01/10/2020		Simbolo		Simbolo				
Descripcion Mano Izquierda				O⇒D▽	O⇒D▽		Descripcion Mano Izquierda			
Movimiento hacia lata					X			X		Espera
Sujeta envase				X				X		Espera
Movimiento a mano derecha					X			X		Espera
Sostiene envase							X			Movimieto a paño absorbente
Sostiene envase							X			Sujeta paño absorbente
Sostiene envase							X			Lleva paño absorbente a mano izquierda
Sujeta lata				X				X		Seca y limpia lata
Lleva envase a jaba					X				X	Sostiene paño absorbente
Coloca envase en jaba				X					X	Sostiene paño absorbente
RESUMEN										
Método		Actual		Propuesto						
		IZQ.	DER.	IZQ.	DER.					
Operaciones		3	2							
Transportes		3	2							
Esperas		0	3							
Sostenimiento		3	2							
Total		9	9	0	0					

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con los minutos perdidos en relación por cada 10kg de materia prima ingresante y los 2500kg de espárrago diario, se calcula cuánto es el tiempo que se desperdicia en actividades innecesarias según datos de la tabla 2:

Tabla 2. Tiempo perdido por actividades manuales innecesarias

*Tiempo perdido por actividades manuales innecesarias*

pérdida min/kg	MP mensual	Tpo perdido
0,78	62500,00	814,24
0,32	36108,90	190,01
0,14	36171,56	84,25
0,17	36447,30	100,32
0,33	37054,75	203,99
0,55	36108,90	329,86
Tiempo total perdido (horas)		1722,671

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede determinar que la cantidad de horas perdidas por actividades innecesarias en los trabajos manuales es de 1722.671 horas, lo cual multiplicado por el costo por hora de 5.625 soles se tiene una pérdida de:

$$\text{Pérdida por actividades innecesarias} = 1722.671 \text{ horas} * 5.625 \text{ sol/hr}$$

$$\text{Pérdida por actividades innecesarias} = 9690.03 \text{ soles/mes}$$

#### **CR4: Falta de incentivos**

Debido a los pocos o nulos incentivos por parte de la empresa hacia el personal, estos no se sienten comprometidos en su totalidad con sus labores. Por lo tanto, el personal operativo suele ausentarse al trabajo debido a que solicitan descansos médicos y en muchos de los casos son problemas de salud leves. Según el reporte que se solicitó al jefe de recursos humanos, indica que por lo general son operarios conocidos los que solicitan descansos con frecuencia. En promedio por mes se pierden 200 horas en descansos, lo cual calculando la pérdida vendría a ser:

$$\text{Pérdida por descanso} = 200 \text{ horas} * 5.625 \text{ soles/hora}$$

$$\text{Pérdida por descanso} = 1125 \text{ soles/mes}$$

Teniendo en cuenta que por día un trabajador gana en promedio 45 soles y dividido entre las 10.75hrs que se trabaja por día, se obtiene un costo por hora de

S/.5.625. Luego, multiplicado por las 200 horas reportadas, genera una pérdida mensual de S/.1, 125 en promedio.

#### **CR5: No se aplican las 5 S**

El no aplicar la metodología de las 5S como herramienta de orden y limpieza dentro de los ambientes de la empresa, genera que cada uno de los espacios presente desorden. Por lo cual dificulta muchas veces que los operarios realicen sus labores de manera fluida y en ocasiones también genera caídas. De esta manera, se puede traducir en tiempo perdido y todo el desorden mayormente se encuentra en el momento de:

- Recoger las jabas para llenar el espárrago
- Coger las cuchillas para corte
- Envasar, las latas están en desorden
- Pesar, las balanzas se encuentran sucias
- Cerrado, las tapas están botadas
- Paletizado, los plásticos y zunchos están botados.

Según reporta el supervisor de producción, en dichas actividades se pierde al día en promedio 10 horas sumadas de todos los trabajadores. Luego, se multiplica por 25 días/mes y se obtiene 250 horas/mes. Finalmente, se agrega el costo por hora de S/. 5.625 y resulta para la empresa una pérdida mensual de S/. 1406.25.

*Pérdida por desorden = 250horas \* 5.625soles/hora*

*Pérdida por desorden = 1406.25 soles/mes*

#### **CR6: Poca iluminación del ambiente de trabajo**

En la mayoría de los casos, un ambiente que no se encuentre bien iluminado genera problemas al operario al momento de trabajar. En este tipo de labores se requiere una correcta iluminación para áreas como clasificado, corte, etc.

En la empresa se han reportado a menudo casos de problemas visuales como:

- Fatiga visual
- Pesadez
- Lagrimeo

- Enrojecimiento
- Irritación, entre otros

Se ha llegado a la conclusión de que se trata por el ambiente poco iluminado. Dichos problemas visuales generan que el personal realice con frecuencia la frotación de sus ojos, perdiendo tiempo en ir a los servicios a lavarse la cara y perdiendo tiempo en ir al área de seguridad por gotas oculares.

De acuerdo con los tiempos tomados por el supervisor de producción, reporta que por mes se pierden en promedio 100 horas por estos motivos. Para el cálculo final se considera de igual forma el costo por hora de 5.625 soles. En consecuencia, el dinero que se llega a perder asciende a 562.50 soles por mes

$$\text{Pérdida por tiempo perdido} = 100\text{horas} * 5.625\text{soles/hora}$$

$$\text{Pérdida por tiempo perdido} = 562.50 \text{ soles/mes}$$

#### **CR7: Falta de procedimientos de recepción**

Debido a la falta de procedimientos de recepción de la materia prima, en este caso el espárrago, en muchas oportunidades llega a la planta en condiciones no adecuadas para su procesamiento. De esta forma, no queda más opción que desecharlo, causando pérdidas monetarias para la empresa.

De acuerdo con el reporte del supervisor de calidad, por mes se desecha espárrago por la cantidad de 600Kg en promedio, considerando el precio por Kg de espárrago en S/3.5. En consecuencia, se tiene una pérdida mensual de:

$$\text{Pérdida por esparrago de mala calidad} = 600\text{Kg} * 3.5\text{sol/Kg}$$

$$\text{Pérdida por esparrago de mala calidad} = \text{S}/.2,100 \text{ mensual}$$

#### **CR8: Inadecuada distribución de planta**

Esta causa raíz genera que el personal realice más recorridos de los necesarios dentro de planta, puesto que no existe una correcta distribución de cada ambiente de trabajo. Lo ideal en una envasadora sería seguir el mismo orden que el proceso productivo; sin embargo, la distribución que se presenta actualmente en el layout es un desorden con respecto a las ubicaciones.

De acuerdo con el reporte del supervisor de producción, cada operario en promedio por día realiza desplazamientos innecesarios por 60 minutos.

Entonces, de acuerdo con el dato, se multiplica los 60min por los 33 operarios en planta y sería un total de 1980minutos. Al convertir en horas serían 33 horas en desplazamientos innecesarios por día, calculando en soles vendría a representar una pérdida mensual de:

$$\text{Pérdida desplazamiento} = 33\text{hrs}/\text{dia} * 25\text{dias}/\text{mes} * 5.625\text{soles}/\text{hora}$$

$$\text{Pérdida por desplazamientos} = 4,640.63 \text{ soles}/\text{mes}$$

Se puede observar una alta pérdida monetaria en desplazamientos innecesarios de S/.4,640.63 mensual.

Una vez identificadas cada una de las causas raíz y las pérdidas monetarias de cada una de ellas, se presenta un resumen de costos en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Resumen de pérdidas monetarias generadas por cada causa raíz

*Resumen de pérdidas monetarias generadas por cada causa raíz*

CR	Causa Raíz	Pérdidas en S/.
CR1	Retrasos por línea desbalanceada	S/. 19.914,30
CR2	Falta de capacitación al personal operativo	S/. 2.370,75
CR3	Método de trabajo inadecuado	S/. 9.690,03
CR4	Falta de incentivos	S/. 1.125,00
CR5	No se aplican las 5 S	S/. 1.406,25
CR6	Poca iluminación del ambiente de trabajo	S/. 562,50
CR7	Falta de procedimientos de recepción	S/. 2.100,00
CR8	Inadecuada distribución de planta	S/. 4.640,63

Fuente. Elaboración propia.

Se puede observar que la CR que más pérdidas genera son los retrasos por tener la línea desbalanceada.

### **Matriz de Prioridades**

De acuerdo con el reporte anterior de las pérdidas por cada causa raíz, se procede a priorizar las causas que más pérdida generan a la empresa. Para ello, se aplica la regla del 80/20, ordenando de mayor a menor impacto y estableciendo porcentajes como se muestra a continuación:

**Tabla 4.** Matriz de priorización de causas de acuerdo a las pérdidas

*Matriz de priorización de causas de acuerdo a las pérdidas*

CR	Causa Raíz	Impacto total	% Impacto	% Acumulado
CR1	Retrasos por línea desbalanceada	S/. 19.914,30	48%	48%
CR3	Método de trabajo inadecuado	S/. 9.690,03	23%	71%
CR8	Inadecuada distribución de planta	S/. 4.640,63	11%	82%
CR2	Falta de capacitación al personal operativo	S/. 2.370,75	6%	88%
CR7	Falta de procedimientos de recepción	S/. 2.100,00	5%	93%
CR5	No se aplican las 5 S	S/. 1.406,25	3%	96%
CR4	Falta de incentivos	S/. 1.125,00	3%	99%
CR6	Poca iluminación del ambiente de trabajo	S/. 562,50	1%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>S/. 41.809,45</b>	<b>100%</b>	

Fuente. Elaboración propia.

Se concluye que el 20% de causas que generan el 80% de pérdidas son:

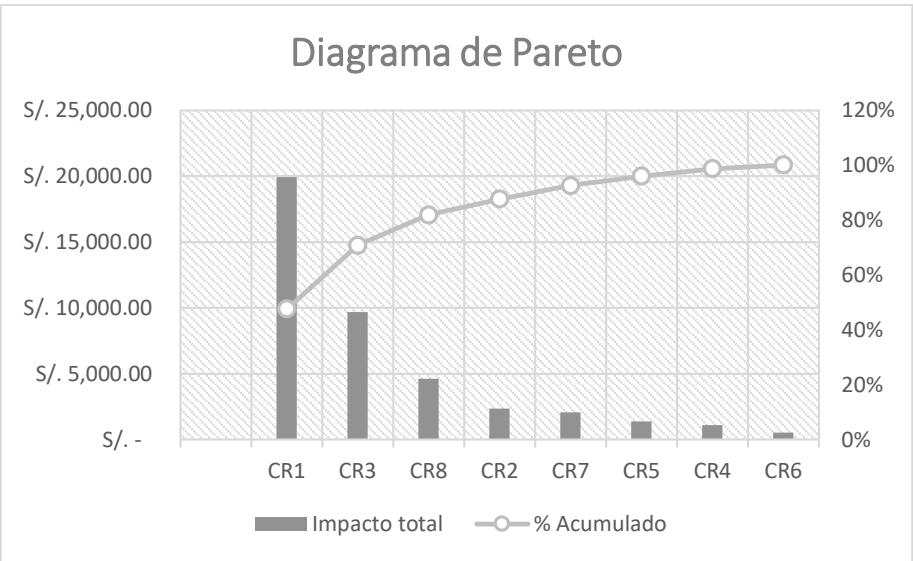
- CR1: Retrasos por línea desbalanceada
- CR3: Método de trabajo inadecuado
- CR8: Inadecuada distribución de planta

### **Diagrama de Pareto**

Luego de analizar en el apartado anterior y la priorización de las causas mediante el análisis del 80/20, se procedió a realizar el diagrama de Pareto para una mejor visualización del impacto de cada una de las causas.

**Figura 12.** Diagrama de Pareto, de las causas raíces

*Diagrama de Pareto, de las causas raíces*



*Fuente.* Elaboración propia

**Diagrama Causa Raíz**

De acuerdo a lo analizado en el diagrama de Ishikawa, se procede a detallar cada causa con su efecto para una mejor visualización:

**Tabla 5.** Diagrama causa raíz

*Diagrama causa raíz*

Efecto	Categoría	Causas principales	Cusas secundarias
Baja productividad	Materiales	Exceso de espárragos desechados	CR1: Retrasos en la producción
		Demasiadas mermas	CR2: Falta de capacitación al personal operativo
	Mano de obra	Operaciones manuales innecesarias	CR3: Método de trabajo inadecuado
		Ausentismo laboral	CR4: Falta de incentivos



	Medio Ambiente	Espacios de trabajo desordenados	CR5: No se aplican las 5 S
		Condiciones inadecuadas de trabajo	CR6: Poca iluminación del ambiente de trabajo
	Métodos	Espárrago de baja calidad	CR7: Falta de procedimientos de recepción
		Desplazamientos innecesarios	CR8: Inadecuada distribución de planta

Fuente. Elaboración propia.

## **Diseño de la Propuesta de Mejora**

### ***Modelo de Implementación de Balance de Línea***

Este modelo de implementación servirá para atacar a la causa raíz CR7: Falta de balance de líneas, con la finalidad de reducir los tiempos muertos u ociosos del proceso de envasado de espárrago.

Como se mostró anteriormente, es necesario balancear la línea de producción; sin embargo, antes de aplicar dicha técnica, se requiere un estudio de aprovechamiento de la materia prima (espárragos). Por lo que se podrá verificar si en cada proceso se va perdiendo o ganando cierto porcentaje de peso, que al final siempre es menor a la cantidad ingresada. Luego se realizará la estandarización de los tiempos de cada proceso para encontrar el tiempo estándar y finalmente se aplicará el balance de línea.

### **Cálculo de aprovechamiento de materia prima**

Para encontrar el aprovechamiento de la materia prima, en este caso del espárrago, se realizó la medición con un procesamiento de 1000kg de espárrago entrante al proceso. Por lo que se obtiene los siguientes aprovechamientos por cada proceso:

**Tabla 6.** Aprovechamiento de materia prima

*Aprovechamiento de materia prima*

<b>Proceso</b>	<b>Entrada (Kg)</b>	<b>Salida (Kg)</b>	<b>Aprovechamiento</b>
Pesado MP entrante	1000	1000	100,00%
Clasificado	1000	608,42	60,84%
Corte	608,42	351,51	57,77%
Lavado	351,51	352,12	100,17%
Escaldado	352,12	355,42	100,94%
Enfriado	355,42	364,73	102,62%
Envasado	364,73	364,73	100,00%
Pesado	364,73	364,73	100,00%
Agregado de líq. de gobierno	364,73	364,73	100,00%
Cerrado	364,73	364,73	100,00%
Esterilizado	364,73	364,73	100,00%
Secado y limpieza de envases	364,73	364,73	100,00%
Codificado	364,73	364,73	100,00%
Paletizado	364,73	364,73	100,00%

Nota. Elaboración propia

Cabe aclarar que en los procesos en donde presenta aprovechamiento mayor al 100%, se debe a que los espárragos ganan cierto peso al momento de hidratarse.

**Estandarización de tiempos**

Para la estandarización de tiempos se consideró una muestra preliminar de 10 observaciones en cada uno de los procesos que se realizan de forma manual por los operarios. Se toman los tiempos en segundos, y para este estudio se tomó en cuenta para un procesamiento de una jaba de espárragos de 10Kg, donde se obtiene los resultados en la tabla 7:

**Tabla 7.** Tiempos preliminares de actividades manuales

*Tiempos preliminares de actividades manuales*

<b>Tiempos por procesos (seg)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Clasificado de espárragos	947	1077	962	1071	1054	1000	987	963	969	1027
Cortado de espárrago	662	727	607	764	716	632	632	735	609	733
Envasado de espárragos	301	299	336	321	330	291	340	348	306	327
Pesado del espárrago	468	508	455	508	522	504	543	530	524	538
Secado y limpieza	384	403	378	430	405	403	380	425	370	382

Nota. Elaboración propia

Una vez tomados los tiempos de las 10 observaciones preliminares de cada proceso de producción manual, se procede a calcular el número de observaciones real para luego determinar el tiempo estándar. Es necesario utilizar la siguiente fórmula estadística para NC 95%:

$$N = \left( \frac{40\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (14)$$

Donde:

N = Número de muestra

n = observaciones preliminares

X = valor de cada observación

Entonces, de acuerdo con los datos de las observaciones preliminares, se realiza el cálculo de cada elemento para luego calcular el número de observaciones final, según la tabla 8.

**Tabla 8.** Numero de observaciones reales*Numero de observaciones reales*

<b>Numero de observaciones</b>	<b>n</b>	<b><math>\sum x</math></b>	<b><math>(\sum x)^2</math></b>	<b><math>\sum x^2</math></b>	<b>N</b>
Clasificado de espárragos	10	10057	101143249	10135367	4
Cortado de espárrago	10	6817	46471489	4678817	11
Envasado de espárragos	10	3199	10233601	1026789	6
Pesado del espárrago	10	5100	26010000	2608446	5
Secado y limpieza	10	3960	15681600	1571932	4

Nota. Elaboración propia

Con los datos anteriores, se presenta el resumen de los tiempos observados de cada proceso según el número de observaciones:

**Tabla 9.** Nuevos tiempos observados por cada proceso*Nuevos tiempos observados por cada proceso*

<b>Tiempo observado (seg)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Tiempo observado</b>
Clasificado de espárragos	947	1077	962	1071								1015
Cortado de espárrago	662	727	607	764	716	632	632	735	609	733	702	684
Envasado de espárragos	301	299	336	321	330	291						313
Pesado del espárrago	468	508	455	508	522							493
Secado y limpieza	384	403	378	430								399

Nota. Elaboración propia

Con dichos tiempos observados promedio, ahora se procede a determinar los tiempos estándar de cada uno de los procesos. Para ello, se tiene en cuenta el factor de valoración mediante Weatinghouse y el porcentaje de tolerancias de acuerdo con la tabla de la OIT.

**Clasificado:**

De acuerdo con la tabla de Westinghouse, se tiene un factor de valoración de 0.22.

**Tabla 10.** Factor de valoración clasificado

*Factor de valoración clasificado*

<b>Proceso: Clasificado</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Habilidad	Excelente	B1	0,11
Esfuerzo	Excelente	B1	0,10
Condiciones	Medias	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01
<b>Factor de valoración</b>		<b>Total</b>	<b>0,22</b>

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla de suplementos de la OIT, sólo se consideraron las condiciones que si se dan en el trabajador teniendo un % de tolerancia de 19%.

**Tabla 11.** % tolerancia clasificado

*% tolerancia clasificado*

<b>Clasificado</b>	<b>Mujer</b>
<b>Suplemento cte</b>	<b>% Tol</b>
Necesidades personales	7%
Fatiga	4%
<b>Suplemento variable</b>	
Trabajar de pie	4%
Postura ligeramente incomoda	1%
Sonidos intermitentes	2%
Trabajo bastante monótono	1%
<b>% Tolerancia</b>	<b>19%</b>

Nota. Elaboración propia

Con los valores encontrados anteriormente, se procede a calcular el tiempo estándar de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Tpo\ estándar = T.\textit{obs.} * (1 + FV) * (1 + \%Tol.)$$

$$Tpo\ estándar = 1015\textit{seg} * (1 + 0.22) * (1 + 19\%)$$

$$Tpo\ estándar = 1474\ \textit{segundos}$$

#### **Cortado:**

De acuerdo con la tabla de Westinghouse se tiene un factor de valoración de 0.19.

**Tabla 12.** Factor de valoración Cortado

*Factor de valoración Cortado*

<b>Proceso:</b>			
<b>Corte</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Habilidad	Excelente	B2	0,08
Esfuerzo	Excelente	B1	0,10
Condiciones	Medias	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01
<b>Factor de valoración</b>		<b>Total</b>	<b>0,19</b>

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla de suplementos de la OIT, sólo se consideraron las condiciones que si se dan en el trabajador teniendo un % de tolerancia de 21%.

**Tabla 13.** % tolerancia cortado

*% tolerancia cortado*

<b>Corte</b>	<b>Mujer</b>
<b>Suplemento cte</b>	<b>% Tol</b>
Necesidades personales	7%
Fatiga	4%
<b>Suplemento variable</b>	
Trabajar de pie	4%

Postura ligeramente incomoda	1%
Sonidos intermitentes	2%
Trabajo de precisión o fatigoso	2%
Trabajo bastante monótono	1%
<b>% Tolerancia</b>	<b>21%</b>

Nota. Elaboración propia

Con los valores encontrados anteriormente, se procede a calcular el tiempo estándar de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Tpo\ estándar = 684 * (1 + 0.19) * (1 + 21\%)$$

$$Tpo\ estándar = 985\ segundos$$

#### **Envasado:**

De acuerdo con la tabla de Westinghouse se tiene un factor de valoración de 0.17.

**Tabla 14.** Factor de valoración envasado

*Factor de valoración envasado*

<b>Proceso: Envasado</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Habilidad	Excelente	B2	0,08
Esfuerzo	Excelente	B2	0,08
Condiciones	Medias	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01
<b>Factor de valoración</b>		<b>Total</b>	<b>0,17</b>

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla de suplementos de la OIT, sólo se consideraron las condiciones que si se dan en el trabajador teniendo un % de tolerancia de 19%.

**Tabla 15.** % tolerancia envasado

*% tolerancia envasado*

<b>Envasado</b>	Mujer
<b>Suplemento cte</b>	<b>% Tol</b>
Necesidades personales	7%
Fatiga	4%
<b>Suplemento variable</b>	
Trabajar de pie	4%
Postura ligeramente incomoda	1%
Sonidos intermitentes	2%
Trabajo bastante monótono	1%
<b>% Tolerancia</b>	<b>19%</b>

Nota. Elaboración propia

Con los valores encontrados anteriormente, se procede a calcular el tiempo estándar de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Tpo\ estándar = 313 * (1 + 0.17) * (1 + 19\%)$$

$$Tpo\ estándar = 436\ segundos$$

**Pesado:**

De acuerdo con la tabla de Westinghouse, se tiene un factor de valoración de 0.15.

**Tabla 16.** Factor de valoración pesado

*Factor de valoración pesado*

<b>Proceso: Pesado</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Habilidad	Bueno	C1	0,06
Esfuerzo	Excelente	B2	0,08
Condiciones	Medias	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01



<b>Factor de valoración</b>	<b>Total</b>	<b>0,15</b>
-----------------------------	--------------	-------------

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla de suplementos de la OIT, sólo se consideraron las condiciones que si se dan en el trabajador teniendo un % de tolerancia de 21%.

**Tabla 17.** % tolerancia pesado

*% tolerancia pesado*

<b>Pesado</b>	Mujer
<b>Suplemento cte</b>	<b>% Tol</b>
Necesidades personales	7%
Fatiga	4%
<b>Suplemento variable</b>	
Trabajar de pie	4%
Postura ligeramente incomoda	1%
Sonidos intermitentes	2%
Iluminación por debajo	2%
Trabajo bastante monótono	1%
<b>% Tolerancia</b>	<b>21%</b>

Nota. Elaboración propia

Con los valores encontrados anteriormente, se procede a calcular el tiempo estándar de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Tpo\ estándar = 493 * (1 + 0.15) * (1 + 21\%)$$

$$Tpo\ estándar = 687\ segundos$$

#### **Secado, limpieza e inspección:**

De acuerdo con la tabla de Westinghouse, se tiene un factor de valoración de 0.16.

**Tabla 18.** Factor de valoración secado y limpieza

*Factor de valoración secado y limpieza*

<b>Proceso: Secado y limpieza de envases</b>			
<b>Factor</b>	<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>%</b>
Habilidad	Excelente	B2	0,08
Esfuerzo	Excelente	B2	0,08
Condiciones	Medias	D	0,00
Consistencia	Medias	D	0,00
<b>Factor de valoración</b>		<b>Total</b>	<b>0,16</b>

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla de suplementos de la OIT, sólo se consideraron las condiciones que si se dan en el trabajador teniendo un % de tolerancia de 23%

**Tabla 19.** % tolerancia secado y limpieza

*% tolerancia secado y limpieza*

<b>Secado y limpieza</b>	Mujer
<b>Suplemento cte</b>	<b>% Tol</b>
Necesidades personales	7%
Fatiga	4%
<b>Suplemento variable</b>	
Trabajar de pie	4%
Postura incómoda	3%
Sonidos intermitentes	2%
Iluminación por debajo	2%
Trabajo bastante monótono	1%
<b>% Tolerancia</b>	<b>23%</b>

Nota. Elaboración propia

Con los valores encontrados anteriormente, se procede a calcular el tiempo estándar de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Tpo\ estándar = 399 * (1 + 0.16) * (1 + 23\%)$$

*Tpo estándar = 570 segundos*

Luego de haber determinado el tiempo estándar de cada uno de los procesos manuales, se tiene el siguiente reporte:

**Tabla 20.** Resumen tiempo estándar de cada proceso manual

*Resumen tiempo estándar de cada proceso manual*

<b>Tiempo observado (seg)</b>	<b>Tpo observado</b>	<b>FV</b>	<b>TN</b>	<b>%Tol</b>	<b>Tpo estándar</b>
Clasificado de espárragos	1015	1,22	1238,30	19%	1474
Cortado de espárrago	684	1,19	813,96	21%	985
Envasado de espárragos	313	1,17	366,21	19%	436
Pesado del espárrago	493	1,15	566,95	21%	687
Secado y limpieza	399	1,16	462,84	23%	570

Nota. Elaboración propia

### **Balance de línea**

Con esta herramienta se busca establecer los operarios necesarios para las estaciones de trabajo equilibradas y aprovechar la M.P.

Para ello, primero se calcula la valoración del ritmo de cada trabajador en los procesos manuales:

### **Valoración del ritmo de trabajo**

Para calcular este indicador se tiene en cuenta el tiempo estándar hallado anteriormente. También es necesario la cantidad base de producción utilizada para hallar el tiempo estándar, que serían los 10Kg de espárragos, entonces la formula vendría dada por:

$$\text{Ritmo del trabajo} = \frac{\text{Cantidad base}}{\text{tiempo estándar(hrs)}} \quad (15)$$

En resumen, se tienen los siguientes valores para cada proceso:

**Tabla 21.** Valoración del ritmo de trabajo por cada proceso manual

*Valoración del ritmo de trabajo por cada proceso manual*

<b>Valoración del ritmo del trabajo</b>	<b>Kg/hora</b>
Clasificado de espárragos	24,42
Cortado de espárrago	36,55
Envasado de espárragos	82,57
Pesado del espárrago	52,40
Secado y limpieza	63,16

Nota. Elaboración propia

A continuación, se determina la cantidad de operarios por cada puesto de trabajo:

#### **Cantidad de operarios por cada proceso**

Para calcular este apartado se tiene que considerar la cantidad de materia prima que ingresa a diario. Según lo indicado anteriormente se ingresan por día 2500Kg/día, pero a ello es necesario agregar la cantidad que se desperdicia por los retrasos de la línea que vendría a ser 2100 Kg/mes, al día se tiene que dividir entre 25 días por mes que se trabaja y sería igual a 84 Kg/día. Con la propuesta de balance de la línea, dicha cantidad diaria ya no será desechada. Por lo tanto, ingresará la línea en total  $2500+84 = 2584$  Kg/día. De acuerdo a esta cantidad, se calcula la cantidad de materia prima que va a ingresar por cada etapa del proceso, teniendo en cuenta los aprovechamientos calculados en la tabla 22.

**Tabla 22.** Entrada y salida útil de materia prima

*Entrada y salida útil de materia prima*

<b>Proceso</b>	<b>Entrada (Kg)</b>	<b>Salida (Kg)</b>	<b>Aprovechamiento</b>
Pesado MP entrante	2584,00	2584,00	100,00%
Clasificado	2584,00	1572,16	60,84%
Corte	1572,16	908,30	57,77%
Lavado	908,30	909,88	100,17%

Escaldado	909,88	918,41	100,94%
Enfriado	918,41	942,46	102,62%
Envasado	942,46	942,46	100,00%
Pesado	942,46	942,46	100,00%
Agregado de líq. de gobierno	942,46	942,46	100,00%
Cerrado	942,46	942,46	100,00%
Esterilizado	942,46	942,46	100,00%
Secado y limpieza de envases	942,46	942,46	100,00%
Codificado	942,46	942,46	100,00%
Paletizado	942,46	942,46	100,00%

Nota. Elaboración propia

Considerando la jornada habitual de trabajo de 10.75 horas/día, se debe entonces calcular la cantidad de materia prima que debe ingresar en cada proceso dividiendo las entradas del cuadro anterior entre las 10.75 horas/día.

**Tabla 23.** Ingreso de materia prima por hora

*Ingreso de materia prima por hora*

Proceso	Entrada (Kg/h)
Pesado MP entrante	240,37
Clasificado	240,37
Corte	146,25
Lavado	84,49
Escaldado	84,64
Enfriado	85,43
Envasado	87,67
Pesado	87,67
Agregado de líquido de gobierno	87,67
Cerrado	87,67
Esterilizado	87,67
Secado y limpieza de envases	87,67
Codificado	87,67
Paletizado	87,67

Fuente. Elaboración propia

Ahora se procederá a calcular la cantidad necesaria de operarios por cada proceso. De acuerdo con lo calculado en la tabla anterior, se debe considerar además la valoración del ritmo de trabajo en cada proceso. En consecuencia, se tiene los cálculos por cada uno según la siguiente fórmula:

$$\text{Operarios requeridos} = \frac{\text{Entrada(kg/h)}}{\text{valoración del ritmo}} \quad (16)$$

Al generar los cálculos de todos, se presenta a continuación todo en un solo reporte:

**Tabla 24.** Cantidad de operario luego del balance de línea

*Cantidad de operario luego del balance de línea*

<b>Proceso</b>	<b>Entrada (Kg/h)</b>	<b>Operarios</b>
Pesado MP entrante	240,37	1
Clasificado	240,37	10
Corte	146,25	5
Lavado	84,49	1
Escaldado	84,64	1
Enfriado	85,43	1
Envasado	87,67	2
Pesado	87,67	2
Agregado de líquido de gobierno	87,67	1
Cerrado	87,67	1
Esterilizado	87,67	1
Secado y limpieza de envases	87,67	2
Codificado	87,67	1
Paletizado	87,67	1
<b>Total de operarios</b>		<b>30</b>

Fuente. Elaboración propia

Con respecto a los procesos que son mecanizados, solo se considera un solo operario puesto que ellos sólo se encargan de cargar los materiales y operar las

maquinas. Con respecto a los procesos manuales se muestra las cantidades mayores a uno, con el nuevo balance ahora solo se requieren 30 operario, lo cual significa que la empresa se va a ahorrar en el pago de 3 operarios.

#### **Beneficios económicos por implementar la mejora:**

A continuación, se muestran los beneficios por implementar la mejora de balance de líneas:

**Tabla 25.** Beneficios por implementar balance de líneas

#### *Beneficios por implementar balance de líneas*

<b>Beneficio por</b>	<b>Monto</b>
	S/.
Cero desecho de espárrago	19.914,30
Ahorro en pago de tres operarios menos	S/. 4.050,00
	S/.
<b>Total beneficio</b>	<b>23.964,30</b>

Fuente. Elaboración propia

#### **Inversión en herramientas de mejora:**

Para aplicar constantemente el balance de líneas en la empresa, se debe contratar a un ingeniero con amplia experiencia en planta, puesto que los supervisores con los que cuenta la empresa son personas que solo cuentan con estudios secundarios, técnicos o superiores trancos. Por este motivo, el ingeniero se encargará de mantener o realizar mejoras en el balance de línea y distribución de planta. La inversión mensual en el ingeniero será de: S/.2, 700.

#### ***Modelo de Implementación de Mejora de Métodos de Trabajo***

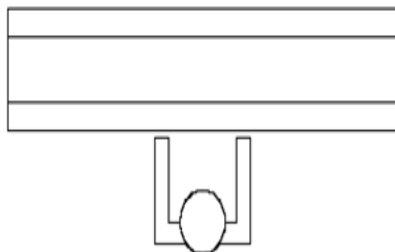
Este modelo de implementación de mejora de métodos de trabajo se aplica para atacar a la causa raíz CR3: Método de trabajo inadecuado. Para ello, se hará uso de la herramienta de diagrama bimanual con el fin de hacer un análisis de los movimientos del trabajador y reducir a la cantidad más mínima de movimientos. Por lo que se realiza teniendo en cuenta los procesos manuales que se mencionaron anteriormente en el diagnóstico, para las áreas de selección, corte, envasado, pesado faltante, pesado sobrante, secado y limpieza de envases

### Selección:

Con el estudio realizado a la trabajadora del área de selección, se replanteó la cantidad de actividades de ambas manos y se redujeron de 44 actividades a solo 16, según se puede observar en la Figura 13.

**Figura 13.** Diagrama bimanual proceso de selección de espárrago mejorado

*Diagrama bimanual proceso de selección de espárrago mejorado*

DIAGRAMA BIMANUAL - MEJORADO												
Diagrama Num._07		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO								
Producto	Conserva de espárrago verde											
Operación:	Clasificado											
Lugar:	Planta de producción											
Operario (s) :	María Reyes											
Fecha:	20/10/2020			Simbolo		Simbolo						
Descripcion Mano Izquierda				O	⇒	D	∇	O	⇒	D	∇	Descripcion Mano Izquierda
Lleva mano hacia faja						X				X		Lleva mano hacia faja
Coge 1er espárrago				X				X				Coge 2do espárrago
Coge 3er espárrago				X				X				Coge 4to espárrago
Coge 5to espárrago				X				X				Coge 6to espárrago
Coge 7mo espárrago				X				X				Coge 8vo espárrago
Coge 9no espárrago				X				X				Coge 10mo espárrago
Lleva espárragos a jaba						X				X		Lleva espárragos a jaba
Suelta espárragos				X				X				Suelta espárragos
RESUMEN												
Método				Actual		Propuesto						
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.					
Operaciones				6	10	6	6					
Transportes				2	10	2	2					
Esperas				2	2	0	0					
Sostenimiento				12	0	0	0					
Total				22	22	8	8					

Fuente. Elaboración propia

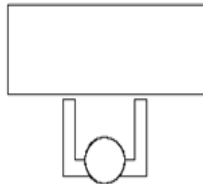


### Corte:

Luego, en el proceso de corte de espárrago, se redujo el número de actividades de 36 a solo 32 actividades como se muestra en la figura 14.

**Figura 14.** Diagrama bimanual proceso de Corte de espárrago mejorado

*Diagrama bimanual proceso de Corte de espárrago mejorado*

DIAGRAMA BIMANUAL - MEJORADO																	
Diagrama Num._08		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO													
Producto		Conserva de espárrago verde															
Operación:		Corte															
Lugar:		Planta de producción															
Operario (s) :		Martha Campos															
Fecha:		20/10/2020															
Descripcion Mano Izquierda				Símbolo				Símbolo				Descripcion Mano Izquierda					
				○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽						
Movimiento hacia jaba					X				X					Movimiento hacia jaba			
Goge espárragos				X					X					Goge espárragos			
Sostiene espárragos							X					X		Acomoda espárragos			
Lleva espárragos hacia caja de corte					X				X					Lleva mano hacia cuchilla			
Ubica espárragos en caja de corte				X					X					Coge cuchilla			
Lleva mano a esquina de caja de corte					X				X					Mueve cuchilla a caja de corte			
Coge caja de corte				X					X					Opera primer corte			
Coge caja de corte				X					X					Desecha restos hacia jaba de descarte			
Coge caja de corte				X						X				Mueve cuchillo hacia caja de corte			
Coge caja de corte				X					X					Opera segundo corte			
Coge caja de corte				X					X					Desecha restos hacia jaba de descarte			
Coge caja de corte				X					X					Suelta cuchilla			
Llleva a interior de caja de corte					X					X				Lleva hacia caja de corte			
Coge espárrago				X					X					Coge espárrago			
Lleva espárragos hacia jaba					X					X				Lleva espárragos hacia jaba			
Suelta espárragos en jaba				X					X					Suelta espárragos en jaba			
RESUMEN																	
Método				Actual		Propuesto											
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.										
Operaciones				12	10	10	10										
Transportes				5	6	5	6										
Esperas				0	2	0	0										
Sostenimiento				1	0	1	0										
Total				18	18	16	16										

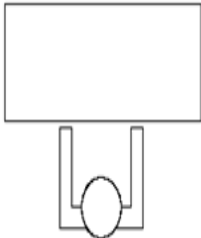
Fuente. Elaboración propia

## Envasado

Con el estudio de este proceso de envasado se redujo el número de actividades de ambas manos de 18 a 16, según Figura 15.

**Figura 15.** Diagrama bimanual proceso de Envasado de espárrago

*Diagrama bimanual proceso de Envasado de espárrago*

DIAGRAMA BIMANUAL - MEJORADO													
Diagrama Num._09		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO									
Producto	Conserva de espárrago verde												
Operación:	Envasado												
Lugar:	Planta de producción												
Operario (s) :	Mercedes López												
Fecha:	20/10/2020			Simbolo		Simbolo							
Descripcion Mano Izquierda				O	⇒	D	▽	O	⇒	D	▽	Descripcion Mano Izquierda	
Espera						X		X				Movimiento hacia jaba	
Espera						X		X				Coge espárragos	
Movimiento hacia jaba					X			X				Lleva espárragos sobre mesa de envasado	
Coger lata				X							X	Sostiene espárragos	
Llevar a mano derecha					X						X	Sostiene espárragos	
Sujetar lata				X				X				Coloca espárragos en envase	
Mover lata llena a mesa					X			X				Espera	
Poner lata llena a mesa de pesado				X				X				Espera	
RESUMEN													
Método				Actual		Propuesto							
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.						
Operaciones				3	2	3	2						
Transportes				3	2	3	2						
Esperas				3	2	2	2						
Sostenimiento				0	3	0	2						
Total				9	9	8	8						

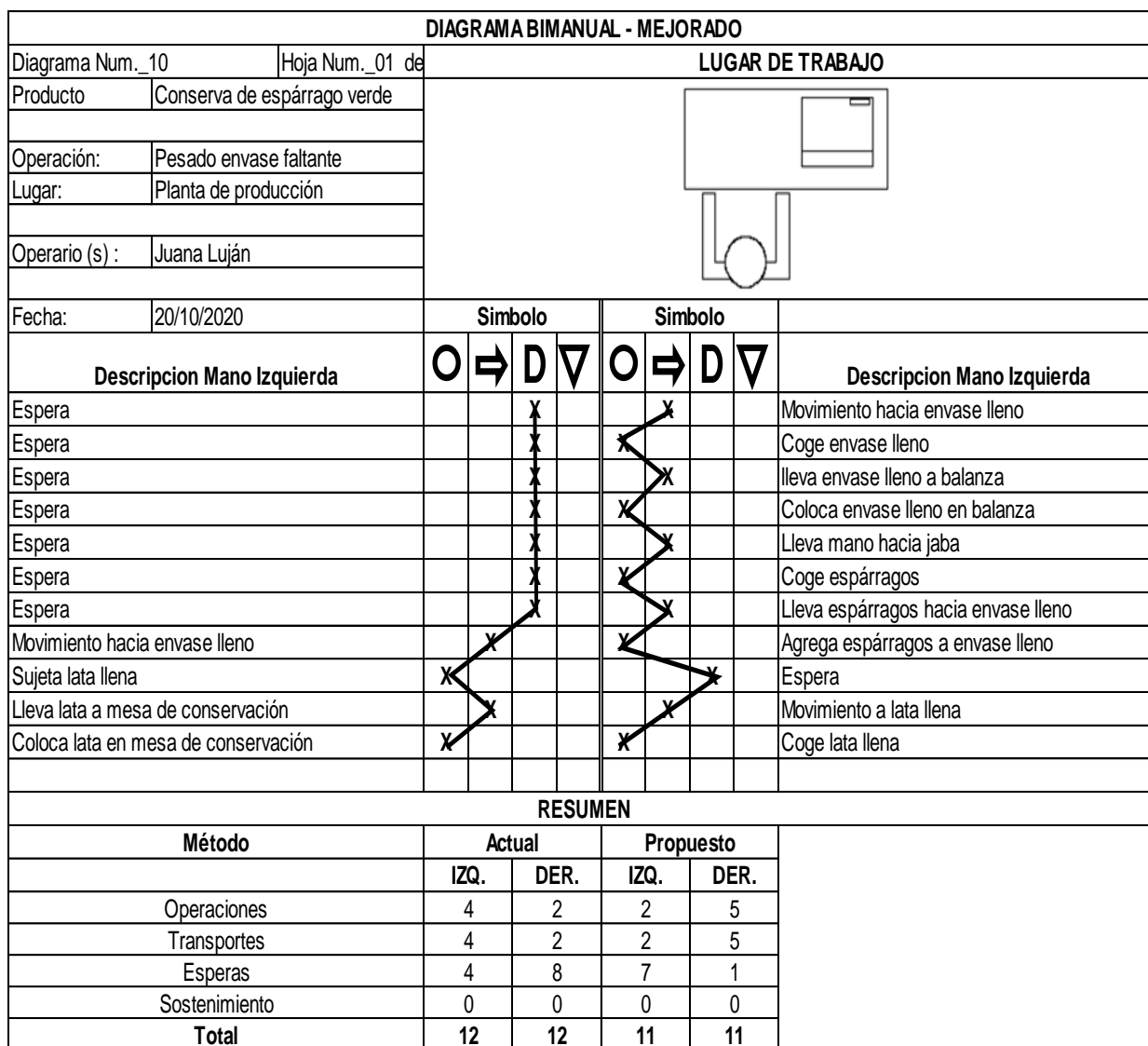
Fuente. Elaboración propia

### **Pesado:**

Para este proceso se tuvo en cuenta dos diagramas al igual que los realizados en el diagnóstico. El primero es con respecto a cuando el envase tiene peso faltante de espárragos y se tiene que adicionar hasta llegar al peso ideal, con el diagrama se disminuyó de 24 actividades a 22. Como muestra la Figura 16:

**Figura 16.** Diagrama bimanual proceso de pesado con faltante de espárrago mejorado

Diagrama bimanual proceso de pesado con faltante de espárrago mejorado

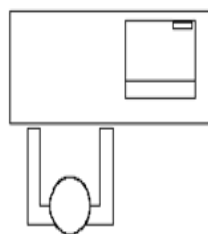


Fuente. Elaboración propia

Ahora, en el siguiente diagrama bimanual, se muestra con respecto al proceso de pesado cuando el envase pesa de más y necesita retirar espárragos hasta llegar al peso ideal. Con el nuevo método de trabajo se redujeron de 24 actividades a solo 20 según la figura 17.

**Figura 17.** Diagrama bimanual proceso de pesado con sobrante de espárrago mejorado

Diagrama bimanual proceso de pesado con sobrante de espárrago mejorado

DIAGRAMA BIMANUAL - MEJORADO												
Diagrama Num._11		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO								
Producto	Conserva de espárrago verde											
Operación:	Pesado envase sobrante											
Lugar:	Planta de producción											
Operario (s) :	Juana Luján											
Fecha:	20/10/2020			Simbolo		Simbolo						
Descripcion Mano Izquierda				O	⇒	D	▽	O	⇒	D	▽	Descripcion Mano Izquierda
Espera						X		X				Movimiento hacia envase lleno
Espera						X		X				Coge envase lleno
Espera						X		X				lleva envase lleno a balanza
Espera						X		X				Coloca envase lleno en balanza
Espera						X		X				Lleva mano hacia envase lleno
Espera						X		X				Retira espárragos de envase lleno
Movimiento hacia envase lleno					X			X				Lleva espárragos hacia jaba
Sujeta envase lleno				X				X				Coloca espárragos en jaba
Lleva lata a mesa de conservación					X			X				Movimiento hacia lata llena
Coloca lata en mesa de conservación				X				X				Coge lata llena
RESUMEN												
Método		Actual		Propuesto								
		IZQ.	DER.	IZQ.	DER.							
Operaciones		4	2	2	5							
Transportes		4	2	2	5							
Esperas		4	8	6	0							
Sostenimiento		0	0	0	0							
Total		12	12	10	10							

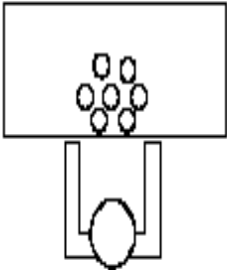
Fuente. Elaboración propia

## Secado y limpieza de envase

Con respecto a este proceso estudiado, el nuevo diagrama bimanual muestra la reducción de actividades de 18 a solo 12, según la figura 18.

**Figura 18.** Diagrama bimanual proceso de secado y limpieza mejorado

*Diagrama bimanual proceso de secado y limpieza mejorado*

DIAGRAMA BIMANUAL - MEJORADO													
Diagrama Num._12		Hoja Num._01 de		LUGAR DE TRABAJO									
Producto		Conserva de espárrago verde											
Operación:		Secado y limpieza de envases											
Lugar:		Planta de producción											
Operario (s) :		Bertha Saldaña											
Fecha:		20/10/2020		Símbolo		Símbolo							
Descripcion Mano Izquierda				O	⇒	D	▽	O	⇒	D	▽	Descripcion Mano Izquierda	
Movimiento hacia lata						X				X		Movimieto hacia paño absorbente	
Sujeta lata				X				X				Sujeta paño absorbente	
Movimiento hacia mano derecha						X				X		Lleva paño absorbente a mano izquierda	
Sostiene envase							X	X				Seca y limpia lata	
Lleva envase hacia jaba						X					X	Sostiene paño absorbente	
Coloca envase en jaba				X							X	Sostiene paño absorbente	
RESUMEN													
Método				Actual		Propuesto							
				IZQ.	DER.	IZQ.	DER.						
Operaciones				3	2	2	2						
Transportes				3	2	3	2						
Esperas				0	3	0	0						
Sostenimiento				3	2	1	2						
Total				9	9	6	6						

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con lo antes presentado, se muestra a continuación un resumen de todas las actividades manuales mejoradas

**Tabla 26.** Comparativo del número de actividades actual y mejorado

*Comparativo del número de actividades actual y mejorado*

<b>Proceso</b>	<b>Número de actividades</b>	
	<b>Actual</b>	<b>Mejorado</b>
Selección	44	30
Corte	36	32
Envasado	18	16
Pesado envase faltante	24	22
Pesado envase sobrante	24	20
Secado y limpieza de envases	18	12
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>	<b>132</b>

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con lo mostrado en la tabla 5, se puede observar que se redujeron en total de 164 a 132 actividades, el cual representa una disminución del 20%.

Teniendo en cuenta la siguiente tabla en donde se analiza la cantidad de materia prima procesada por día de 2500Kg y al mes de 62,500Kg (25 días de trabajo), se multiplica por el aprovechamiento de cada proceso, por el tiempo estándar y por el % de reducción de tiempos en actividades manuales. Finalmente, se obtiene que por mes se desperdician en promedio 1722.671 horas, lo cual sería de ahorro para la empresa, al establecer los nuevos métodos de trabajo.

**Tabla 27.** Tiempo perdido por mes en actividades manuales innecesarias

*Tiempo perdido por mes en actividades manuales innecesarias*

<b>Proceso</b>	<b>% reducción tiempos</b>	<b>min/kg</b>	<b>perdido min/kg</b>	<b>MP mensual</b>	<b>Tpo perdido</b>
Clasificado	32%	2,46	0,78	62500,00	814,24
Corte	11%	2,84	0,32	36108,90	190,01
Envasado	11%	1,26	0,14	36171,56	84,25
Pesado envase faltante	8%	1,98	0,17	36447,30	100,32

Pesado envase sobrante	17%	1,98	0,33	37054,75	203,99
Secado y limpieza de envases	33%	1,64	0,55	36108,90	329,86
Tiempo Total Perdido (Hrs)					1722,671

Nota. Elaboración propia

### **Beneficios por implementar mejora**

Con esta mejora de métodos de trabajo se va a conseguir grandes beneficios en ahorro de tiempo, puesto que como se indica en el apartado anterior, la empresa podría eliminar 1722.61 horas/mes muertas por actividades manuales innecesarias. En consecuencia, se debe calcular el beneficio monetario multiplicando por el costo por hora-hombre de 5.625 soles:

$$\text{Beneficio} = \frac{1722.61 \text{ horas}}{\text{mes}} * 5.625 \text{ soles/hora}$$

$$\text{Beneficio} = S/.9,690.03$$

### **Inversiones en mejora:**

Para implementar dicha herramienta, es necesario realizar una inversión en sillas y mesas más ergonómicas y también en 5 nuevas cajas para corte de espárrago, siendo el monto por:

**Tabla 28.** Inversión en implementación de mejora de métodos de trabajo

*Inversión en implementación de mejora de métodos de trabajo*

<b>Inversión</b>	<b>Monto</b>
5 Sillas ergonómicas	S/. 1.500,00
5 Mesas ergonómicas	S/. 2.000,00
5 Caja de corte	S/. 750,00
<b>Total inversión</b>	<b>S/. 4.250,00</b>

Nota. Elaboración propia

### **Modelo de Implementación de Distribución de Planta**

Este modelo de implementación se aplica para atacar a la causa raíz CR8: inadecuada distribución de planta, puesto que existen demasiados movimientos innecesarios y aparte de ello, los ambientes de trabajo están desorganizados y no llevan un orden de acuerdo con el proceso productivo. Para atacar la causa raíz se plantea aplicar específicamente la herramienta de distribución física llamada Systematic Plan Layout (SPL).

Para empezar con esta herramienta, primero se deben establecer las áreas a las que se les va a redistribuir. Por ello, se consideran a todas las que integran el proceso productivo y se asigna a cada uno un código.

**Tabla 29.** Áreas del proceso productivo

*Áreas del proceso productivo*

Código	Área
A	Recepción MP
B	Pesado MP
C	Clasificado
D	Corte
E	Lavado
F	Escaldado
G	Enfriado
H	Envasado
I	Pesado
J	Exhauster
K	Cerrado
L	Autoclaves
M	Secado
N	Codificado
O	Almacén PT

Nota. Elaboración propia

Luego, se desarrolla el diagrama relacional y se analiza que áreas deben estar cercanas de acuerdo a la valoración de la siguiente tabla:

**Tabla 30.** Valoración cualitativa para diagrama relacional

*Valoración cualitativa para diagrama relacional*

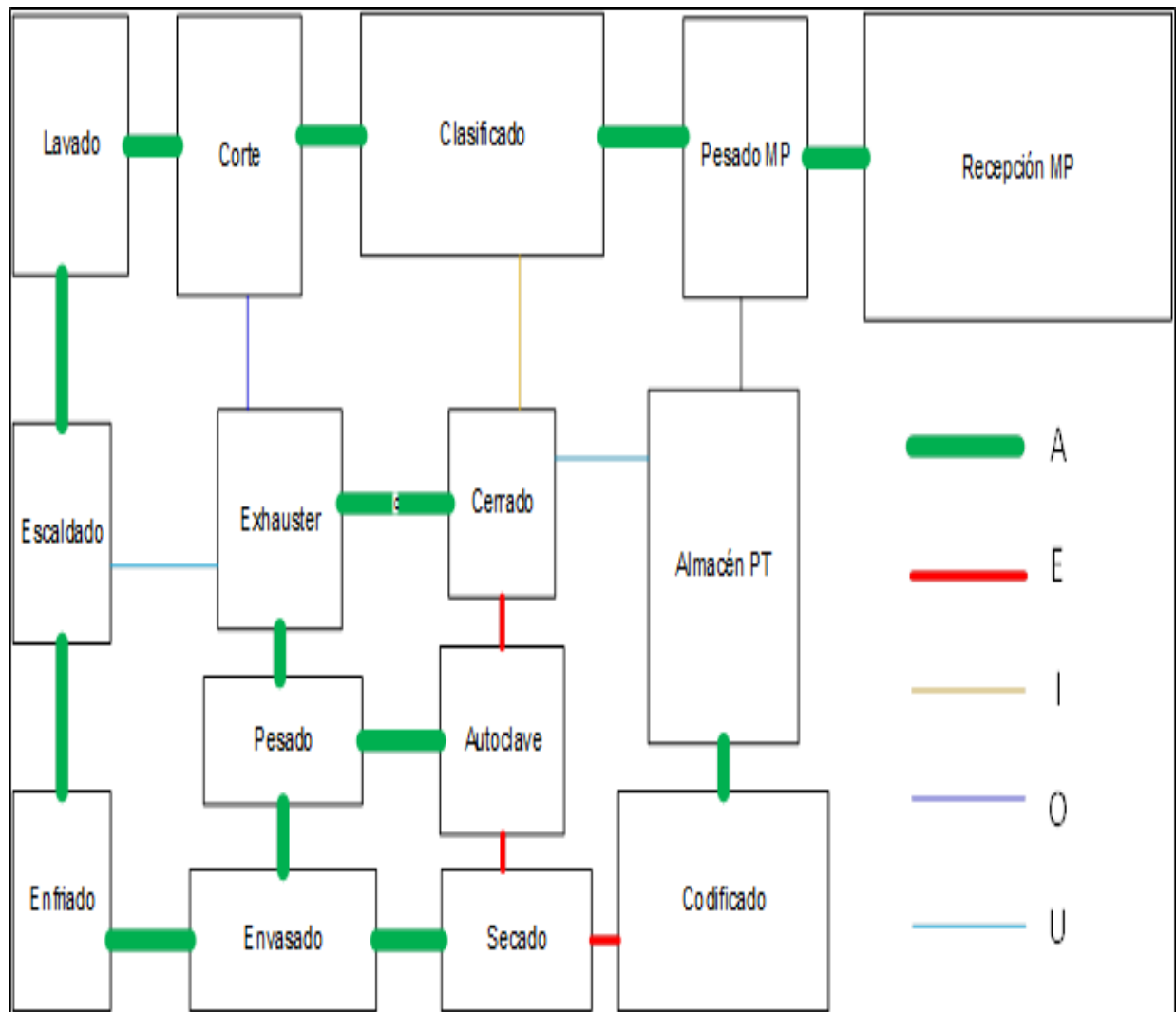




En este caso no se está considerando números al pie de cada letra, puesto que el motivo del desplazamiento es por flujo de personas. De acuerdo con dicha calificación, luego se presenta el diagrama de bloques (figura 20), considerando las áreas que deberían estar más juntas de acuerdo al tamaño que tiene cada una.

**Figura 20.** Diagrama de bloques

*Diagrama de bloques*

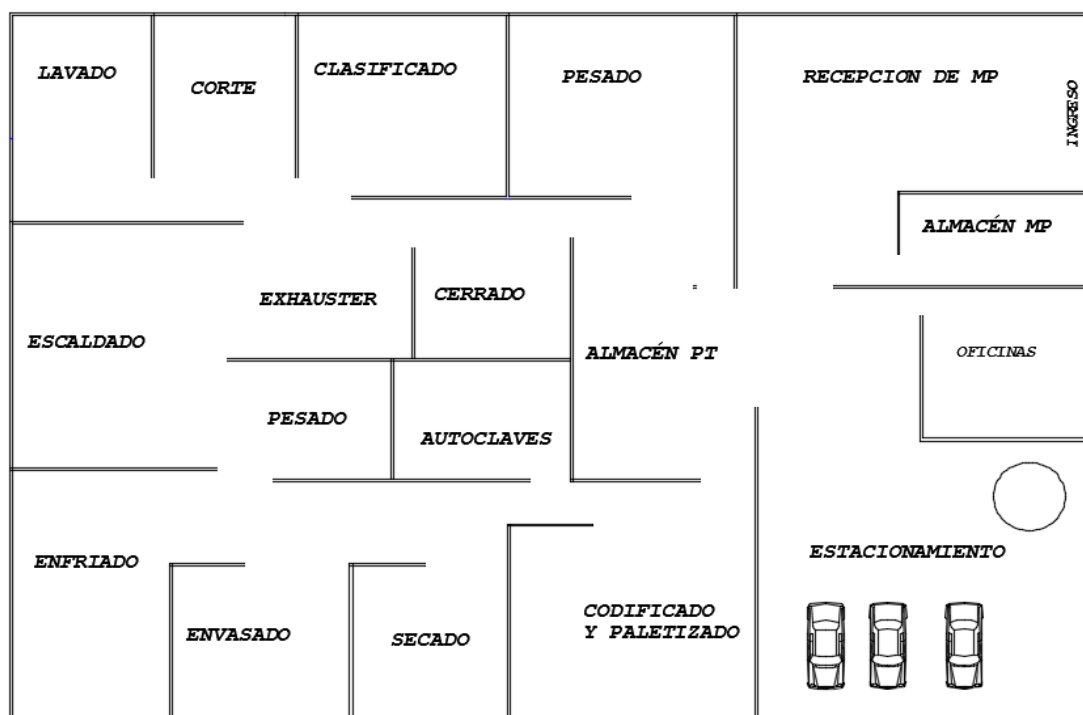


*Fuente.* Elaboración propia.

Una vez desarrollado dicho diagrama, se dibuja en el plano para tener una mejor visualización de cómo quedaría en la realidad:

**Figura 21.** Plano con nueva distribución de planta

*Plano con nueva distribución de planta*



Fuente. Elaboración propia.

### **Beneficios por implementar mejora**

Los beneficios que trae consigo dicha herramienta de mejora, se reflejan en la disminución de movimientos innecesarios del personal y también las nuevas distancias cortas de movimiento. Por ello, se plantea reducir el tiempo en desplazamientos en un 80% y se espera pasar de 33 horas a solo 6.6 horas en desplazamientos; entonces los beneficios serán:

$$\text{Beneficios} = (33 - 6.6) * \frac{25 \text{ dias}}{\text{mes}} * 5.625 \text{ soles/hora}$$

$$\text{Beneficios} = S/.3,712.50 \text{ mensual}$$

### **Inversiones en implementar mejora**

Para implementar dicha herramienta de mejora de distribución de planta, se necesita invertir en el movimiento de las áreas junto a los materiales y equipos que hay en cada área. Por ello, se estima un costo promedio de S/.10,000.00.

## Resultados y Discusión

### Nuevos Indicadores

#### *Indicadores de producción*

Considerando que ahora el ingreso de MP será de 2584Kg y la eficiencia de 0.365 mencionada anteriormente, entonces se tiene una salida útil:

$$\text{Salida útil} = 2584\text{Kg}/\text{dia} * 0.365 = 942.46\text{Kg}/\text{dia}$$

Luego, se calcula la nueva valoración del ritmo del trabajo:

$$\text{Valoración ritmo trabajo} = \frac{942.46\text{Kg}/\text{dia}}{10.75\text{h}/\text{dia}} = 87.67\text{Kg}/\text{hora}$$

#### **Cuello de botella:**

De acuerdo con la información anterior, se puede determinar el nuevo cuello de botella:

$$\text{Cuello de botella} = \frac{87.67\text{Kg}}{\text{hra}} * \frac{1\text{lata}}{0.2\text{Kg}} * \frac{1}{60\text{min}}$$

$$\text{Cuello de botella} = 7.306\text{latas}/\text{min}$$

De acuerdo con el cálculo anterior se tiene una producción de 7.306 latas por cada minuto de producción.

#### **Ciclo:**

El ciclo viene a ser la inversa del cuello de botella, entonces:

$$\text{Ciclo} = \frac{1}{7.306} = 0.137\text{min}/\text{lata}$$

Se tiene un ciclo de 0.137 min para producir una lata envasada de espárragos.

#### **Producción:**

Para el cálculo de la producción se tiene en cuenta los siguientes datos:

- Horario de trabajo: lunes a viernes, 7:30 a 19:00
- Refrigerio: 45 min/día
- Tiempo disponible: 10.75 horas

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tpo base}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{10.75 \text{ horas}}{0.137 \text{ min/lata} * 1 \text{ h}/60 \text{ min}} = 4712 \text{ latas/día}$$

Entonces se tiene una producción diaria de 4712 latas.

### **Eficiencia física:**

Teniendo en cuenta que por cada día de producción ingresan en promedio 2584 Kg de espárrago verde fresco, entonces se obtiene 4712 latas de conserva y también contiene cada una un peso escurrido de 0.20Kg. Según el siguiente indicador:

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida de PT en kg}}{\text{ingreso de MP en kg}}$$

$$\text{Eficiencia física} = \frac{4712 \text{ latas} * 0.20 \text{ Kg/lata}}{2584 \text{ Kg}}$$

$$\text{Eficiencia física} = 0.365 \text{ Kg PT/Kg MP}$$

Significa que el 36.5% de MP ingresada se convierte en PT

### **Eficiencia económica:**

Para calcular este indicador, se cuentan con los siguientes datos del análisis de los resultados del diagnóstico:

- Precio de venta: 5.20 soles/lata
- Costo MP, materiales e insumos: 3.10 soles/lata
- Costo MO: 45 soles/día
- Nuevos trabajadores de producción: 30 operarios

Entonces se tiene el siguiente cálculo:

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Producción} * \text{PVunitario}}{\text{Costo MP} * \text{produccion} + \text{CostoMO}}$$

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{4712 \text{ latas} * 5.20 \text{ sol/lata}}{\frac{3.1 \text{ sol}}{\text{lata}} * 4712 \text{ latas} + 30 \text{ ope} * 45 \text{ soles/ope}}$$

$$\text{Eficiencia económica} = 1.536$$

Significa que, por cada unidad de sol invertido, la empresa genera 0.536 soles de ganancia.

## ***Indicadores de productividad***

### **Productividad PT:**

Teniendo en cuenta la información ya mencionada, se determina la productividad de PT como el cociente entre la cantidad producida en latas y el costo incurrido para producir dicho lote, teniendo:

$$\text{Productividad PT} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Costo de Producción}}$$

$$\text{Productividad PT} = \frac{4712 \text{ latas}}{\frac{3.1 \text{ sol}}{\text{lata}} * 4712 \text{ latas} + 30 \text{ ope} * 45 \text{ soles/ope}}$$

$$\text{Productividad PT} = 0.295 \text{ latas/soles}$$

Significa que por cada sol invertido se obtienen 0.295 latas de conserva de espárrago.

### **Productividad parcial de MP:**

En este caso se toma la productividad parcial con respecto a la cantidad de espárrago que ingresa, siendo:

$$\text{Productividad MP} = \frac{\text{Salida PT}}{\text{Ingreso de MP}}$$

$$\text{Productividad MP} = \frac{4712 \text{ latas}}{2584 \text{ Kg MP}}$$

$$\text{Productividad MP} = 1.824 \text{ latas/Kg MP}$$

Significa que, por cada Kg de espárrago utilizado en la producción, se obtiene 1.824 latas de espárrago en conserva.

### **Productividad parcial de MO:**

Sabiendo que la empresa cuenta ahora solo con 30 operarios de producción, se obtiene la productividad de mano de obra:

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Salida PT}}{\# \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad MO} = \frac{4712 \text{ latas}}{30 \text{ operarios}} = 157.077 \text{ latas/ope}$$

Se interpreta que por cada operario se producen 157.077 latas de conserva de espárrago.

### **Productividad parcial por H-H:**

Sabiendo que el horario de labores del personal de producción es de 7:30am hasta 7:00pm, con un periodo de 45min de refrigerio; se tienen 10.75 horas disponibles para la producción por cada operario al día:

$$Productividad\ HH = \frac{Salida\ PT}{\# operarios * tpo\ base}$$

$$Productividad\ HH = \frac{4712\ latas}{30ope * 10.75horas/ope}$$

$$Productividad\ HH = 13.283\ latas/HH$$

Por cada hora-hombre utilizada se obtienen 13.283 latas de conserva de espárrago.

### ***Indicadores de capacidad***

#### **Capacidad total:**

Este indicador está condicionado por el proceso de esterilizado, puesto que se cuenta solo con 3 autoclaves las cuales cada uno tiene una capacidad de 300 latas. El lote cargado a la autoclave se le denomina como "batch", y este proceso de esterilizado toma un tiempo de 36.477min, entonces se calcula el número de batchs:

$$Nro\ de\ Batchs = \frac{Tpo\ base}{Tiempo\ de\ esterilizado}$$

$$Nro\ de\ Batchs = \frac{10.75\ horas/dia}{36.477min * 1h/60min}$$

$$Nro\ de\ Batchs = \frac{10.75\ horas/dia}{36.477min * 1h/60min} = 17batchs/dia$$

Luego de obtener el número de batchs se calcula la capacidad total, teniendo en cuenta que en total se pueden cargar 900 latas sumando la capacidad de las 3 autoclaves.

$$Capacidad\ total = Nro.\ batchs * capacidad\ de\ autoclaves$$

$$Capacidad\ total = 17batchs/día * 900latas/batch$$

$$Capacidad\ total = 15\ 300\ latas/dia$$

Entonces, se observa que la empresa cuenta con una capacidad total de 15300 latas por día.

### **Capacidad de producción:**

Este indicador está representado por la cantidad nueva de producción diaria, la cual sería de 4712 latas por día.

$$\text{Capacidad real nueva} = 4712 \text{ latas/día}$$

### **% de capacidad ocupada:**

Viene a ser el cociente entre la capacidad de producción y la capacidad total:

$$\% \text{ de capacidad utilizada} = \frac{4712 \text{ latas/día}}{15300 \text{ latas/día}}$$

$$\% \text{ de capacidad utilizada} = 30.80\%$$

Se obtiene un indicador de 30.80% de capacidad ocupada.

### **Capacidad Desocupada:**

Representa la diferencia entre la capacidad total y la de producción, siendo:

$$\text{Capacidad desocupada} = \text{capacidad total} - \text{capacidad de producción}$$

$$\text{Capacidad desocupada} = 15300 \text{ latas/día} - 4712 \text{ latas/día}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = 10\,588 \text{ latas/día}$$

A continuación, se muestra el cuadro resumen de los indicadores calculados:

**Tabla 31.** Nuevos indicadores de producción y productividad

*Nuevos indicadores de producción y productividad*

<b>Indicadores actuales</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Cuello de botella	7.306	latas/min
Ciclo	0.137	min/lata
Producción	4712	latas/día
Eficiencia Física	0.365	KgPT/Kg MP
Eficiencia Económica	1.536	
Productividad de PT	0.295	latas/soles
Productividad de MP	1.824	latas/Kg MP
Productividad de MO	157.077	latas/operario



Productividad H-H	13.283	latas/H-H
Capacidad total	15300	latas/día
Capacidad de producción	4712	latas/día
Capacidad ocupada	30.80%	
Capacidad desocupada	10588	latas/día

Fuente. Elaboración propia.

### **Análisis beneficio costo**

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, las mejoras se asocian con una base económica y se tiene un total de ingresos y egresos en la siguiente tabla:

**Tabla 32.** Detalle de ingresos y egresos

#### *Detalle de ingresos y egresos*

DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
<b>INGRESOS</b>				
Balance de línea		S/. 287.571,56	S/. 287.571,56	S/. 287.571,56
Mejora de métodos		S/. 116.280,32	S/. 116.280,32	S/. 116.280,32
Distribución de planta		S/. 44.550,00	S/. 44.550,00	S/. 44.550,00
<b>TOTA INGRESOS</b>		<b>S/. 448.401,88</b>	<b>S/. 448.401,88</b>	<b>S/. 448.401,88</b>
<b>EGRESOS</b>				
Ingeniero Supervisor		S/. 32.400,00	S/. 32.400,00	S/. 32.400,00
5 sillas ergonómicas	S/. 1.500,00			
5 mesas ergonómicas	S/. 2.000,00			
5 caja de corte	S/. 750,00			
Infraestructuras	S/. 10.000,00			
<b>TOTA EGRESOS</b>	<b>S/. 14.250,00</b>	<b>S/. 32.400,00</b>	<b>S/. 32.400,00</b>	<b>S/. 32.400,00</b>
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>S/. -14.250,00</b>	<b>S/. 416.001,88</b>	<b>S/. 416.001,88</b>	<b>S/. 416.001,88</b>

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla de ingresos y egresos se puede observar un flujo de caja favorable, puesto que el beneficio (utilidad) anual es de S/416,011.88 por año. En ese sentido, la inversión inicial de S/.14, 250 puede ser recuperada en el año uno donde se implementen las mejoras.

## Análisis

Luego de efectuar los cálculos respectivos en cada propuesta de mejora, es necesario analizar los nuevos indicadores de productividad (variable dependiente). En ese sentido, se realiza una comparación de los valores actuales y los nuevos valores de cada indicador como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 33.** Comparativo de indicadores actuales y nuevos

*Comparativo de indicadores actuales y nuevos*

Indicador	Valor Actual	Nuevo Valor	Unidad
Cuello de botella	7,068	7.306	latas/min
Ciclo	0,141	0,137	min/lata
Producción	4559	4712	latas/día
Eficiencia Física	0,365	0,365	KgPT/Kg MP
Eficiencia Económica	1,518	1,536	
Productividad de PT	0,292	0,295	latas/soles
Productividad de MP	1,824	1,824	latas/Kg MP
Productividad de MO	138,156	157,077	latas/operario
Productividad H-H	12,852	13,283	latas/H-H
Capacidad total	15300	15300	latas/día
Capacidad de producción	4559	4712	latas/día
Capacidad ocupada	0,298	0,308	
Capacidad desocupada	10741	10588	latas/día

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla mostrada se puede observar un ligero aumento en los indicadores. En cuanto a la variación de la producción, se calcula el siguiente valor:

$$\% \Delta \text{ Producción} = \frac{4712 - 4559}{4559} = 3.36\%$$

La variación de la producción con respecto a la anterior es de un 3.36%. A pesar de ser un bajo valor, se encuentra acorde con la baja inversión que se necesita para adoptar la propuesta.

Asimismo, el aumento del 3.36% se presenta con la reducción de 33 a 30 operarios. También ya no es necesario remunerar las horas extras, puesto que los operarios trabajarían con técnicas efectivas y herramientas necesarias como nuevas máquinas de corte y sillas ergonómicas que antes significaban un impedimento. En cuanto a la reubicación de las áreas productivas, se mejoró el diseño de la secuencia de los procesos. Por ello, los operarios realizan desplazamientos coherentes y secuenciales que se manifiestan en un mejor desempeño de los trabajadores.

Por otro lado, la capacidad utilizada incrementó de 0.29% a 30.8% y es importante mencionar que el ingreso de materia prima puede variar dependiendo de la disponibilidad del proveedor y de la cantidad de pedido que el cliente importador requiera.

Finalmente, el beneficio de la mejora de los indicadores podría representar una disminución de costos para la empresa agrícola puesto que se culminaría con la relación laboral de 3 operarios y también la finalización de las jornadas extendidas.

## **Discusión**

El presente trabajo de investigación propone incrementar a un 3.36% la producción real de la empresa agrícola. En una comparación con los autores que aplicaron el estudio del trabajo, se podrá verificar si el resultado final de la investigación se encuentra relacionado con los nuevos indicadores realizados por ellos.

En ese sentido, Korkmaz et al. (2020) en su investigación titulada: Análisis de carga de trabajo y estudio de tiempos en actividades logísticas: un caso de estudio en procesos de embalaje y carga, el autor tomó en cuenta el estudio de tiempos y estudio de métodos para evaluar y encontrar la operación óptima para el desarrollo de la organización de los productos. Por lo que los resultados obtenidos se reflejan en el aumento de productividad a un 47%. Cabe precisar que, le favoreció que la empresa contara con tiempos estándares y también que los operarios se adapten de manera veloz. Por ello, no se identifica una gran semejanza con los resultados de la presente investigación; sin embargo, es importante resaltar que aún se puede proponer otro tipo de mejoras en la envasadora de espárragos que puedan lograr cambios más impactantes y tentadores. Un ejemplo podría ser la automatización de la selección y corte de espárragos con máquinas con visión computarizada.

Por otro lado, Andrade et al (2019) en su investigación titulada: Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción

de calzado, tuvo como objetivo eliminar y mejorar elementos innecesarios que afectan la productividad del área manufacturera de calzado al aplicar técnicas del estudio del trabajo. Se realizó diagramas bimanuales para identificar y eliminar micro-movimientos repetitivos de las operaciones del área de producción. De esta manera, se logró mejorar la productividad en un 5.49%, reflejado en el resultado del incremento de 91 pares diarios a 96. En relación con la presente investigación, existe una semejanza en el porcentaje del resultado a pesar de ser productos distintos. La razón radica en que las operaciones manuales son susceptibles a ser mejoradas; sin embargo, en la mayoría de los casos, al aplicar el estudio de métodos no presentan altos porcentajes de mejoras. Dicha técnica tampoco suele necesitar elevadas inversiones en comparación con otras herramientas de ingeniería.

Finalmente, con los resultados de los distintos autores, se puede afirmar que el incremento del 3% se encuentra acorde con la mejora que puede alcanzar la metodología del estudio del trabajo sobre alguna problemática de trabajo manual en una empresa. Los factores de la mejora pueden variar dependiendo de la situación actual y las condiciones de trabajo de una organización. Sin embargo, en la producción de la presente investigación, aún posee condiciones de poder seguir mejorando los indicadores propuestos. Una de ellas mencionada anteriormente, sería la automatización de procesos manuales; no obstante, es importante resaltar que se requeriría una alta inversión y se tendría que evaluar el costo beneficio de la implementación.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- Se llegó a la conclusión que la propuesta de mejora del presente estudio permite elevar la productividad un 3.36% más que el actual en el área productivo de envasados de espárragos al aplicar técnicas de estudio del trabajo y distribución de planta.
- Se realizó el diagnóstico inicial de la empresa, y se encontró que la empresa no cuenta con tiempos estándares y existe una incorrecta ubicación de las áreas productivas. Por lo tanto, los operarios no alcanzan la meta semanal o quincenal y es necesario remunerar horas extras. También, se identificó que la producción diaria ocupa un 29% de la capacidad total, cuando el promedio según data histórica de la empresa es 50%.
- El diagrama de Ishikawa permitió identificar 8 causales de la baja productividad. El diagrama de Pareto permitió conocer cuál es el 20% que genera el 80% de pérdidas en la empresa fijándolas en retrasos por línea desbalanceada, método de trabajo inadecuado e incorrecta distribución de planta. En términos monetarios se trata de pérdidas en promedio de S/19,914.30 mensual. Por lo que el diseño de propuesta de mejora se rige principalmente en las 3 causas mencionadas.
- En la propuesta de mejora, mediante la aplicación de las herramientas del estudio del trabajo, se logró estandarizar los tiempos de los procesos manuales. También se identificó que para el requerimiento de 2500kg de materia prima al día, se necesitan 30 operarios, por lo que no son necesarios los 3 operarios restantes. Por otro lado, fue necesario rediseñar la distribución de planta y se logró mejorar la ubicación de las áreas productivas mediante el diagrama relacional.
- Finalmente, se evaluó los indicadores de producción y se identificó que la productividad de MO incrementó de 135.156 latas/operario a 157.077 latas/operario, también se elevó la producción de 4559 a 4712 latas/día utilizando menos operarios pasando de 33 a 30 operarios. La nueva distribución de planta posee una mejor secuencia de procesos y facilitaría el desplazamiento de los trabajadores.

## Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa agrícola implementar toda la propuesta de la presente investigación, puesto que los operarios mejorarían su desempeño laboral y la productividad incrementaría. De esta forma, la empresa podría ser más competitiva frente a otras agroexportadoras.
- Se recomienda a la empresa realizar estudios constantes de los métodos de trabajo dentro de la planta de producción, puesto que los operarios ingresantes por temporada no poseen la experiencia necesaria para dominar las técnicas de trabajo necesario para ser productivos. También se debe incentivar mejor al personal operario para mejorar el clima laboral y el desempeño de ellos.
- Se sugiere a los próximos investigadores considerar la opinión de los operarios y realizar encuestas dentro del área productivo. De esta manera se ampliaría la visión de la problemática de la empresa y se podría descubrir nuevas fuentes causales de una posible baja productividad.
- También se recomienda recopilar a más profundidad la data histórica con información detallada sobre los requerimientos cuantitativos del cliente para conocer el nivel de productividad de los operarios con diferentes tipos de pedidos. Por otro lado, abordar con mayor precisión los ingresos y egresos detallados de la empresa con el fin de brindar una propuesta o implementación rentable.
- Se recomienda evaluar otras metodologías de mejora como la manufactura esbelta o mantenimiento productivo total, puesto que posee amplias herramientas que podrían generar resultados favorables sobre una empresa agrícola.

## Bibliografía

- Alcantara (2019) Reutilización de residuos agroindustriales, cáscara de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en la fabricación de fibras aglomeradas por buenas prácticas ambientales.
- Ali Naqvi, S. A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M. M. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *Cogent Engineering*, 3(1)
- Andrade, A. M., A Del Río, C., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, 30(3), 83-94.
- Banco Mundial. (2017). Tomando impulso en la agricultura peruana: Oportunidades para aumentar la productividad y mejorar la competitividad del sector. *Práctica Global de Agricultura Práctica Global de Medio Ambiente*, Primera edición.
- Chitrakar, B., Zhang, M., & Adhikari, B. (2019). Asparagus (*Asparagus officinalis*): Processing effect on nutritional and phytochemical composition of spear and hard-stem byproducts. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 1-11.
- Chandurkar, Kakde y Bhadane (2015). Improve the Productivity with help of Industrial Engineering Techniques. *Revista Internacional de Ingeniería y Procesos Textiles*. Vol 1, Issue 4, ISSN: 2395-3578.
- Dave, Y., & Sohani, N. (2019). Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Díaz, N. L. T., Soler, V. G., & Molina, A. I. P. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento: Introducción al GSD. *3c Empresa: investigación y pensamiento crítico*, (1), 39-49.
- Duran, C., Cetindere, A. y Aksu, YE (2015). Mejora de la productividad por técnica de trabajo y estudio de tiempos para empresa de fabricación de vidrio de energía terrestre. *Procedia Economics and Finance*, 26, 109-113.
- Fontalvo, H., De La Hoz, E., & Morelo, J. (2018). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47-60.
- Gleeson, F., Coughlan, P., Goodman, L., Newell, A., & Hargaden, V. (2019). Improving manufacturing productivity by combining cognitive engineering and lean-six sigma methods. *Procedia CIRP*, 81, 641-646.
- González Lucero, J. R. (2016). Estudio del trabajo y su incidencia en la mejora de la gestión del almacén Ransa–depósito temporal–Lima, 2016.

- Gujar, S., & Shahare, D. A. S. (2018). Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(5), 1982-1991.
- Guo, Q., Wang, N., Liu, H., Li, Z., Lu, L., & Wang, C. (2020). The bioactive compounds and biological functions of asparagus officinalis L. – A review. *Journal of Functional Foods*, 65
- Jaimes, Luzardo y Rojas (2018). Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana. *Revista de Información Tecnológica*. Vol. 29 N° 5. Pp 175-186.
- Jain, N. K., Meena, H. N., & Bhaduri, D. (2017). Improvement in productivity, water-use efficiency, and soil nutrient dynamics of summer peanut (*Arachis hypogaea* L.) through use of polythene mulch, hydrogel, and nutrient management. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(5), 549-564.
- Jitchaiyaphum, P., & Prombanpong, S. (2015). A Productivity Improvement of a Packing Line. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 789, pp. 1240-1244). Trans Tech Publications Ltd.
- Korkmaz, İ. H., Alsu, E., Özceylan, E., & Weber, G. W. (2020). Job analysis and time study in logistic activities: a case study in packing and loading processes. *Central European Journal of Operations Research*, 28(2), 733-760.
- Mahmood, K., & Shevtshenko, E. (2015). Productivity improvement by implementing lean production approach. In *Closing Conference of the Project "Doctoral School of Energy and Geotechnology II"*, Tallinn University of Technology Ehitajate tee 5 19086 Tallinn, Estonia (pp. 183-188)
- Martínez, D. B., Tiravanti, L. V., & Paredes, L. E. (2016). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad del filete de caballa en aceite vegetal, en la empresa Inversiones Quiaza SAC Chimbote, 2016. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 2(2), 320-330.
- Moktadir, M. A., Ahmed, S., Zohra, F. T., & Sultana, R. (2017). Productivity improvement by work study technique: a case on leather products industry of Bangladesh. *Ind. Eng. Manag*, 6(1), 1000207.
- Montaño, K., Preciado, J. M., Robles, J. M., & Chávez, L. I. (2018). Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 28(52).
- Muther, R., & Hales, L. (1973). *Systematic Layout Planning*. Edition, USA Management & Industrial Research Publications, 1(2).



- Nguyen, T. V. L., Tran, T. Y. N., Lam, D. T., Bach, L. G., & Nguyen, D. C. (2019). Effects of microwave blanching conditions on the quality of green asparagus (*asparagus officinalis* L.) butt segment. *Food Science and Nutrition*, 7(11), 3513-3519.
- Orozco, D. L. P., García, Á. M. N., & Grisales, R. A. R. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia et technica*, 21(3), 239-247.
- Pegiou, E., Mumm, R., Acharya, P., de Vos, R. C. H., & Hall, R. D. (2020). Green and white asparagus (*asparagus officinalis*): A source of developmental, chemical and urinary intrigue. *Metabolites*, 10(1)
- Ramírez, Y. Y. S., & Castellares, R. M. Q. (2018). Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 4(1), 64-77.
- Ramos, E., Provost, K., Calle, S., & Zavala, K. (2020). The Impact of Asparagus Supply Chain Quality Management: An Empirical Research from Peru. *Int. J Sup. Chain. Mgt Vol*, 9(1), 298.
- Ruíz, J. I., Ramírez, A., Luna, K., Estrada, J. A., & Soto, O. J. (2017). Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora. *Ra Ximhai*, 13(3), 291-298.
- Sanchez, R., Mendieta J., & Galiano, A. (2019). Informe de Seguimiento Agroeconómico – ISA I Trimestre 2019, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Sanchez, G. P. T., Angeles, G. C., & Delgado, V. C. (2020). Incremento de la productividad en una empresa conservera de pescado. *INGnosis Revista de Investigación Científica*, 6(1), 36-46.
- Valdivieso, Meza y Gutiérrez (2019). Aplicación de la mejora de métodos de trabajo para incrementar la productividad en la producción del filete de anchoas. *Revista INGnosis* pp 113-125.
- Vertiz Vereau, Y. E. (2019). Optimización de la producción de néctar mediante el método de balance de línea en la Empresa Enrique Cassinelli e Hijos SAC.
- Yemane, A., Gebremicheal, G., Hailemicheal, M., & Meraha, T. (2020). Productivity Improvement through Line Balancing by Using Simulation Modeling. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 13(1), 153-165.

## Anexos

### ANEXO 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESPÁRRAGO VERDE

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Denominación			Espárrago verde fresco
Unidad de medida			Kg
Descripción del producto			
<p>El espárrago es una especie de planta con flores perennes del género Asparagus; es predominantemente un cultivo alimenticio, consumido únicamente en forma de sus jóvenes brotes engrosados llamados lanzas</p>			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Forma	Aspecto largo, que los tallos se encuentren visiblemente jóvenes sin signos de deformación.		
Color	Tono verde, pero ocasionalmente ingresan con una saturación clara u oscura.		
Sabor	De sensación gustativa suave, pero ocasionalmente y muy ligeramente amargos o imperceptiblemente dulce		
Tamaño	Se determina por la medida de longitud y diámetro que solicite el cliente. Generalmente los turiones ingresan a la planta con medidas entre 11 a 18 centímetros.		
Tipo de espárragos		Longitud	
Large			Mayores de 17 cm.
Mediano			Entre 12-17 cm.
Small			Menores a 12 cm.

## ANEXO 2. TIEMPOS PROMEDIOS PARA DETERMINAR EL TIEMPO CUELLO

<b>Pesado MP entrante (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de pesado	61	71	70	71	64	72	68	61	73	71
Cargar jabas en balanza	207	227	202	212	195	199	226	218	204	195
Pesado	49	53	48	47	53	51	47	52	54	45
Descargar jabas a parihuela	234	202	207	231	220	217	222	232	208	230

<b>Clasificado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de clasificado	73	71	67	68	74	66	64	69	68	74
Cargar espárragos en faja transportadora	3114	3010	3207	3217	3162	3194	2933	2954	3204	3058
Clasificado de espárragos	3064	2928	2997	2987	3065	3123	3092	3019	3157	3142
Llenado de espárragos en jabas	3173	3035	3162	3166	3088	3159	3044	2911	3141	3173

<b>Corte (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de corte	71	71	64	71	72	73	74	64	64	70
Agrupar espárragos	1829	1866	1787	1902	1891	1815	1927	1802	1808	1941
Cortado de espárrago a 13 cm	2059	2048	2060	2028	2062	2046	2011	2030	2019	2016
Llenado de espárragos en jabas	1874	1848	1844	1884	1872	1872	1890	1827	1821	1857

<b>Lavado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de lavado	83	78	72	75	68	70	70	83	82	79
Lavado por inmersión de jabas	572	551	565	570	550	566	556	581	577	562
Llenado de espárragos en jabas	142	136	135	143	147	163	164	145	157	156

<b>Escaldado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de escaldado	87	87	92	89	88	89	93	86	86	86
Escaldado por inmersión de jabas	588	585	574	579	562	575	578	589	584	572

<b>Enfriado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de enfriamiento	44	52	45	51	51	45	42	50	48	43
Enfriado por inmersión de jabas	573	564	554	576	561	554	557	558	555	550
Colocar jabas en parihuela	134	137	139	133	131	142	129	136	143	134

<b>Envasado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de envasado	96	76	76	84	95	85	86	94	84	87
Colocar jabas en mesa de envasado	171	162	161	169	171	167	168	154	151	153
Envasado de espárragos	2158	2083	2186	2146	2105	2154	2188	2101	2170	2172

<b>Pesado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de pesado	229	226	225	223	221	221	230	226	221	224
Pesado del espárrago	1943	1948	1953	1875	1951	1960	1914	1862	1911	1914

<b>Agregado de líquido de gobierno (seg)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
--	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

Traslado a exhauster	80	78	86	92	90	90	80	93	77	87
Colocar producto en exhauster	512	517	517	500	520	518	512	501	513	521
Traslado dentro del exhauster	519	528	526	521	517	512	507	528	518	508
Agregar líquido de gobierno	500	518	528	504	527	539	511	504	497	520

<b>Cerrado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado de producto a máquina cerradora	513	509	517	502	519	503	505	503	511	519
Colocar tapa sobre el envase	509	519	503	502	525	492	495	496	516	512
Cerrado de envase	517	510	515	510	516	517	516	510	511	517
Colocar producto en canastas	621	638	637	632	622	636	627	634	622	634

<b>Esterilizado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado de canastas al autoclave	216	197	202	213	215	208	195	208	202	194
Preparación del autoclave	48	47	53	51	53	51	52	50	49	53
Esterilizado	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Descarga de autoclave	132	130	129	131	137	133	132	138	129	138

<b>Secado y limpieza de envases (seg)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado de canastas al área de limpieza	130	132	134	133	130	132	135	130	132	133
Colocar envases en mesa	275	251	267	255	271	258	262	246	268	252
Secado, limpieza e inspección de envases	745	743	752	748	739	742	748	741	743	747
Colocar envases en jabas	323	315	311	324	322	312	314	316	317	317

<b>Codificado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Traslado al área de codificado	89	86	88	99	81	94	93	84	88	98
Colocar envases en máquina codificadora	627	652	656	637	610	645	652	608	645	632
Codificado de envases	656	639	661	647	631	636	644	665	639	663

<b>Paletizado (segundos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Colocar envases en pallets	913	908	918	905	921	902	902	906	924	912
Colocar esquineros	147	135	141	146	141	143	139	130	129	146
Enzunchado de parihuela	328	319	328	322	322	324	316	327	327	320
Colocar plástico film	166	169	150	150	164	165	150	159	162	158
Traslado al almacén de PT	159	145	154	159	154	146	159	160	156	145

### ANEXO 3. MAPA MENTAL DE LA LITERATURA SOBRE EL TEMA

